

**Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua  
Recinto Universitario Rubén Darío  
Facultad de Ciencias Médicas  
Odontología**



**TESIS MONOGRAFICA PARA OPTAR AL TITULO DE CIRUJANO  
DENTISTA**

**Tema:**

Comparación del grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de resinas compuestas monoincrementales y resinas compuestas incrementales en el periodo comprendido de Octubre 2016 a Febrero del año 2017.

**Autoras:**

Bra. Jessenia del Carmen Herrera.

Bra. Regina Isabel Morales Aburto.

**Tutora:**

Dra. Alina Pérez Gómez

Managua, Julio 2017

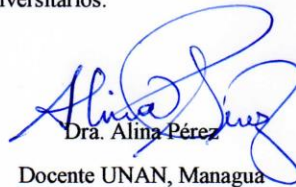
### **Opinión del Tutor**

En el presente trabajo de investigación, para optar al título de Cirujano-Dentista, se evalúan cualidades importantes de dos tipos de composites, uno de técnica incremental, conocida y aplicada por todos los clínicos, y otro de técnica monoincremental, el cual es un material que tiene como principal ventaja la disminución en el tiempo de trabajo.

Los resultados de esta investigación aportan elementos útiles que permiten al odontólogo en general, tomar una decisión más acertada para realizar restauraciones, tomando en cuenta la dureza superficial y resistencia compresiva que ofrecen estos materiales, garantizando finalmente tratamientos más predecibles, longevos y de calidad.

Finalmente, este estudio puede dar pautas para la realización de otras investigaciones, que generen evidencia científica sobre otras características de los materiales restauradores u otro tipo de material.

Felicitaciones a las autoras, por haber culminado con éxito este trabajo, el cual supone la finalización de sus estudios universitarios.

  
Dra. Alina Pérez  
Docente UNAN, Managua

## ***Agradecimiento***

*A Dios por poner ángeles alrededor de mí que ayudaron de manera directa e indirecta a culminar mis estudios.*

*A mi madre por ser mi guerra y mi fortaleza en momentos de dificultad.*

*A mis hermanos: Danny Herrera y Erika Cuadra, por el apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida, por brindarme la ayuda para lograr culminar mis estudios.*

*A mi tío óscar Cuadra por su apoyo y motivación.*

*A mi cuñado Jackson Moraga por el apoyo brindado en la culminación de mi tesis monografía.*

*A mi amiga Regina Morales Aburto por ser la persona que el Señor puso en mi camino para ayudarme a culminar la carrera, por su apoyo incondicional, por ser amiga y compañera a la vez.*

*Al Dr. Oscar López y Dr. Horacio Gonzáles, por el apoyo brindado en el transcurso de la carrera.*

*A la Dra. Alina Pérez tutora de tesis monográfica por brindarme su conocimiento, tiempo y dedicación para realización de este trabajo.*

*A la ingeniera Blanca Olivas por el apoyo brindado en el trabajo monográfico.*

*Al ingeniero Mecánico Julio Cesar Gutiérrez Mayorga su colaboración en el estudio.*

*A la doctora Miriam Montenegro representante de 3M Nicaragua por el apoyo brindado al proveer material y equipo para la elaboración del estudio.*

*A los amigos y compañeros que de manera directa e indirecta me apoyaron a lo largo de la carrera.*

*Jessenia Herrera*

## ***Dedicatoria***

*A Dios por acompañarme a lo largo de este recorrido en mi carrera, por ser mi guía y fortaleza en los momentos de aflicción y debilidad. A mi madre Martha Herrera por ser la guerrera que ha depositado su confianza en mí, por apoyarme incondicionalmente. A mi abuela M aria Soledad Herrera por sus consejos, motivación y ayuda brindada.*

*Jessenia Herrera*

## ***Agradecimientos***

*A Dios por permitirme cumplir esta meta.*

*A mis padres Esmeralda Aburto y Luis Felipe Morales por su amor incondicional y confianza depositada en mí.*

*A mi hijo Luis Felipe Morales porque es mi mayor motivo a seguir.*

*A mis hermanos Luis Morales, Moisés Morales y Tania Morales por estar a mi lado, escuchándome y alegrando mis días.*

*A mi cuñada Blanca Olivas por su apoyo constante en la realización de ésta investigación.*

*A mi mejor amiga y compañera de tesis Jessenia del Carmen Herrera por su amistad incondicional, compartiendo conmigo cada momento en nuestra carrera.*

*A toda mi Familia y amigos por brindarme su cariño y fuerza necesaria para seguir adelante.*

*A mi tutora de tesis Dra. Alina Pérez por sus conocimientos impartidos a lo largo de este trabajo, por su apoyo constante y paciencia.*

*Al Dr. Horacio Gonzáles por su orientación y conocimiento impartido para la realización de esta investigación.*

*A la Dra. Miriam Montenegro representante de 3M Nicaragua, por el apoyo brindado al proveer material y equipo para la elaboración del estudio.*

*Al Ingeniero Mecánico Julio Cesar Mayorga por brindarnos su apoyo en la realización de esta investigación.*

*A mis Docentes por haberme formado profesionalmente.*

*Al Departamento de Becas, UNEN y Alma Mater “Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua” por albergarme en su regazo todos estos años de mi vida universitaria.*

*Regina Morales*

## ***Dedicatoria***

*A Dios por sus infinitas bendiciones derramadas sobre mí y toda mi familia. También a mis padres por su amor y apoyo incondicional. A mi hijo por ser el pilar fundamental en mi vida, mis hermanos por haber estado en cada momento, apoyarme y alegrar todos mis días y a toda mi familia y amigos por brindarme su cariño y apoyo en cada paso de mi vida.*

*Regina Morales*

## Contenido

I. Introducción .....	14
II. Antecedentes .....	15
II. Justificación.....	17
IV Planteamiento del Problema.....	18
V. Objetivos.....	19
VI. Marco Teórico .....	20
6.1 Generalidades de Resinas Compuestas.....	20
6.2 Resinas Filtek Z 350 XT.....	21
6.3 Resinas Filtek Bulkfill .....	22
6.4 Importancia de la Dureza y Resistencia de los materiales de restauración .....	24
VII. Hipótesis .....	27
VIII. Diseño Metodológico.....	28
8.5 Material y Métodos.....	29
8.7 Lista de Variables por objetivo.....	33
8.8 Operacionalización de Variables .....	34
8.9 Procesamiento y análisis de datos .....	34
XIII. Bibliografía .....	44
XIV. Anexos .....	48

## INDICE DE IMÁGENES

<b>Imagen N°1</b>	Materiales para la preparación de las probetas de resina.....	67
<b>Imagen N° 2</b>	Jeringa verde: Resina Filtek Bulkfill. Jeringa Azul Resina Filtek Z350XT.....	67
<b>Imagen N°3</b>	Porción de resina a aplicar.....	67
<b>Imagen N°4</b>	Condensación de Resinas.....	68
<b>Imagen N°5</b>	Fotocurado de la resina.....	68
<b>Imagen N°6</b>	Colocación de lámina de acetato.....	69
<b>Imagen N°7</b>	Colocación de loseta de vidrio.....	69
<b>Imagen N°8</b>	Fotocurado Final de la resina.....	69
<b>Imagen N°9</b>	Pulido de la probeta.....	70
<b>ImagenN°10</b>	Medición de altura y diámetro de la probeta.....	70
<b>ImagenN°11</b>	Probetas A.....	70
<b>ImagenN°12</b>	Probetas B.....	71
<b>ImagenN°13</b>	Durómetro de Rockwell.....	71
<b>ImagenN°14</b>	Indentación de la Probeta.....	72
<b>ImagenN°15</b>	Probeta sometida a fuerza de compresión .....	72
<b>ImagenN°16</b>	Registro gráfico de resistencia compresiva de cada probeta.....	73



	<b>INDICE DE TABLAS</b>	<b>Pagina</b>
<b>Tabla N°1</b>	Resistencia comprensiva de resinas Filtek Bulkfill en máquina Tensómetro Monsato Octubre 2016-febrero 2017.	53
<b>Tabla N°2</b>	Análisis estadístico Descriptivo de Resistencia compresiva resina Filtek Bulkfill Octubre 2016-febrero 2017.	53
<b>Tabla N°3</b>	Dureza Superficial de Resina Filtek Bulk Fill por indentación con Durómetro de Rockwell, Octubre 2016-Febrero 2017.	54
<b>Tabla N°4</b>	Dureza Superficial de resina Filtek Bulkfill, Octubre 2016-Febrero 2017.	54
<b>Tabla N°5</b>	Resistencia Comprensiva de resina Filtek Z350XT en Máquina Tensómetro Monsato, Octubre 2016-Febrero 2017.	55
<b>Tabla N°6</b>	Análisis Estadístico Descriptivo de Resistencia Comprensiva de resina Filtek Z350XT, Octubre 2016-Febrero 2017.	55
<b>Tabla N°7</b>	Prueba de Dureza Superficial de Resina Filtek Z350 XT indentación por con Durómetro de Rockwell, Octubre 2016-Febrero 2017.	56
<b>Tabla N°8</b>	Dureza Superficial, por unidad de Resina Filtek Z350XT, Octubre 2016-Febrero 2017.	56
<b>Tabla N°9</b>	Comparación de Resistencia Comprensiva de resinas Filtek Bulkfill y Filtek Z350XT, Octubre 2016-Febrero 2017.	57
<b>Tabla N°10</b>	Comparación de Dureza Superficial de resinas Filtek Bulkfill y Filtek Z350 XT, Octubre 2016-Febrero 2017. Prueba Estadística (T-Student) Resistencia Comprensiva.	57
<b>Tabla N°11</b>	Estadísticas de grupo	57
<b>Tabla N°12</b>	Prueba de muestras independientes Prueba Estadística (T-Student) Dureza Superficial.	58
<b>Tabla N°13</b>	Estadísticas de grupo	58
<b>Tabla N°14</b>	Prueba de muestras independientes	59

## ÍNDICE DE GRAFICOS

### Pagina

<b>Grafico Nº1</b>	Resistencia Comprensiva de resina Filtek Bulkfill	59
<b>Grafico Nº2</b>	Dureza Superficial de resina Filtek Bulkfill	60
<b>Grafico Nº3</b>	Resistencia Comprensiva Filtek Z350XT	60
<b>Grafico Nº4</b>	Dureza Superficial de Resina Filtek Z350XT	61
<b>Grafico Nº5</b>	Comparación de Resistencia Comprensiva de resinas Filtek Bulkfill y Filtek Z350XT	61
<b>Grafico Nº6</b>	Gráfico Comparativo de Dureza Superficial de resinas Filtek Bulkfill y Filtek Z350 XT	62
<b>Grafico Nº7</b>	Prueba T Student Comparación Resistencia Compresiva de ambas resinas	62
<b>Grafico Nº8</b>	Prueba T Student Comparación Dureza Superficial de ambas resinas	63

## ÍNDICE DE ANEXOS

**pagina**

<b>Anexo Nº1</b>	Fichas de recolección de datos.....	48
<b>Anexo Nº2</b>	Glosario de Términos.....	50
<b>Anexo Nº3</b>	Tablas de resultados.....	53
<b>Anexo Nº4</b>	Valores del Durómetro de Rockwell.....	64
<b>Anexo Nº5</b>	Unidades de medidas de fuerza.....	66
<b>Anexo Nº6</b>	Materiales para la preparación de las probetas de resina.....	67
<b>Anexo Nº7</b>	Informe consultoría.....	74
<b>Anexo Nº8</b>	Carta 3M.....	85

## ÍNDICE DE ABREVIATURAS

Abreviatura	Significado
-------------	-------------

<b>ASTM</b>	Asociación Americana de Ensayo de Materiales
-------------	--

<b>KgF</b>	Kilogramo de fuerza
------------	---------------------

<b>PSI</b>	Unidad de presión (libra-fuerza por pulgada cuadrada)
------------	---

<b>Mpa</b>	Megapáscales (unidad de medida de fuerza)
------------	---

<b>HB</b>	Dureza de Brinell
-----------	-------------------

<b>HR</b>	Dureza de Rockwell
-----------	--------------------

<b>HRA</b>	Dureza de Rockwell escala “a”
------------	-------------------------------

<b>HS</b>	Dureza de Shore
-----------	-----------------

<b>HV</b>	Dureza de Vicker
-----------	------------------

<b>KN</b>	Kilo Newton
-----------	-------------

<b>N</b>	Newton
----------	--------

## RESUMEN

Las resinas monoincrementales de nanotecnología se han desarrollado para permitir un incremento único de hasta 5mm, ofreciendo un menor tiempo de trabajo clínico y conservando las propiedades físicas de la resina incremental, convencionalmente utilizada.

**Objetivo:** Comparar el grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de resina monoincremental y resina incremental. **Método:** Se confeccionaron 36 cilindros de resina, 18 cilindros de resina monoincremental y 18 de resina incremental. El ensayo de dureza superficial se realizó con Durómetro de Rockwell HRa. El ensayo de resistencia compresiva se realizó en la máquina Tensómetro **Resultados:** La resina incremental presenta una Resistencia Compresiva de 118.50 Mpa y una Dureza Superficial de 50.91 HRa, en comparación con la resina monoincremental que posee una Resistencia Compresiva 91.93Mpa y una Dureza Superficial de 48.95 HRa. **Conclusión:** Según la prueba estadística T Student La Resistencia Compresiva de la resina incremental es mayor que la Resistencia Compresiva de la resina monoincremental, que se encuentra entre 11.34 Mpa y 41.77 Mpa y en cuanto a la Dureza Superficial de la resina incremental es similar a la Dureza Superficial de la resina monoincremental, que está comprendida entre -2.02421 y 5.13532.

## **I. Introducción**

Las resinas compuestas son el material restaurador de elección en la actualidad, al poseer excelentes propiedades mecánicas, estéticas y también capacidad de adhesión al diente, reduciendo así la filtración marginal y por ende la caries recurrente. Los fabricantes de materiales dentales, en un intento por mejorar aún más estas propiedades, han desarrollado una serie de modificaciones en los componentes de las resinas, sistemas adhesivos e incluso en las lámparas de fotocurado, logrando minimizar los factores adversos como la contracción por polimerización. (Rodriguez G & Pereire S, 2008)

Así surge la resina monoincremental, que se ha desarrollado para permitir un incremento único de hasta 5mm conservando las propiedades físicas de la resina incremental, convencionalmente utilizada. El propósito de este material es optimizar el tiempo de trabajo sin alterar sus resultados clínicos (3M, 2014).

El objetivo principal de este estudio fue comparar el grado de Resistencia Compresiva y de Dureza Superficial de un tipo de resina monoincremental versus una resina incremental. Esta investigación es de tipo experimental, se elaboraron 36 cilindros de resina que fueron divididos en dos grupos, 18 cilindros de resina monoincremental y 18 de resina incremental. Dichas muestras fueron sometidas a estudios de dureza superficial y resistencia compresiva mediante una consultoría en el Laboratorio de Metales Ferrosos y no Ferrosos de la Universidad Nacional de Ingeniería a cargo del Ingeniero Mecánico Julio Cesar Gutiérrez Mayorga.

Con los resultados de esta investigación se proporciona información oportuna a estudiantes y profesionales en general de la odontología, con el fin de realizar tratamientos más predecibles, duraderos y en menor tiempo.

## II. Antecedentes

Se realizó un estudio in vitro sobre “*Diferencia en la Dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz*” de tipo experimental, la muestra fue constituida de 24 grupos de resinas, cada uno formada por 10 muestras para un total de 240 cilindros de 8mm de diámetro por 7mm de alto. Mediante el durómetro de Vickers con una carga aplicada de 100gr (0.1 Kgf). Utilizando 2 tipos de lámpara Optilux 501, (Intensidad 850-1000 mW/cm<sup>3</sup>) y LED Bluephase (1200 mW/cm<sup>2</sup>). Dando como resultado que la resina Filtek Suprema XT presentó mayor Dureza Superficial de 83.4 HV, seguida de la Filtek Z 350 con 79.3 HV y Esthet X con 58.2 HV. (Naranjo Pizano, Lince Jaramillo, Vivas, & Ortiz Perez, 2012).

Se realizó un “*Estudio comparativo in vitro de la Resistencia Compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas*”. El estudio es comparativo analítico transversal. La muestra estuvo constituida por 15 cilindros de resinas de cada tipo de 4 mm de diámetro por 8 mm de altura, que luego fueron llevados a la maquina universal de ensayos con una carga de 250 Kg. Se concluyó que si existe diferencia significativa en la resistencia compresiva de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM (259.7 Mpa.) con la resina microhíbrida Z250 (242,5 Mpa) y con las nanohíbridas TPH3 (242,4Mpa) y Z250 XT (230.5 Mpa). Obteniéndose como resultado que la resistencia compresiva de la resina microhíbrida TPH SPECTRUM fue mayor que la microhíbrida Z250 y las nanohíbridas TPH3 y Z250 XT. (Revolledo Huayhua, 2013).

Se realizó un estudio cuyo tema fue *Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de Resinas compuestas monoincremental vs uno convencional*, de tipo experimental con el objetivo de analizar el grado de resistencia compresiva y dureza superficial de cuerpos de prueba realizados con un material de uso monoincremental (Sonicfill) y uno convencional (Herculite Precis), se utilizaron 30 cilindros (de 4mm de diámetro y 5mm de alto). Cada uno de los cilindros fue tensionado en una máquina de ensayo universal Tinius Olsen H5K-S, con una carga 5 KN (509.85 KgF). Para medir el grado de dureza, se realizó a través del durómetro de Vickers con una carga de 147N (15 kgf). Los resultados fueron que los valores de resistencia compresiva promedio obtenidos, son de 319,9 Mpa para Sonicfill y 291,4 Mpa para Herculite Precis. Mientras que los valores obtenidos para dureza superficial fueron de 50,51 Hv para Sonicfill y de 42,11Hv para Herculite Precis. En conclusión se demuestra que Sonicfill posee mejor resistencia compresiva y dureza superficial que Herculite Precis, con diferencias estadísticamente significativas (Aizoncop Colodro & Botto Gozales, 2014).

Se realizó un estudio donde se evaluó la “*Dureza Shore de tres tipos de resinas compuestas fotopolimerizadas con diferentes intervalos de tiempo e intensidades de luz, de las lámparas de polimerización (halógenas, plasma, laser, LED) marcas utilizadas por los estudiantes de la Facultad de Odontología de la Universidad de San Carlos de Guatemala*”, Se confeccionaron probetas de 2 y 4 mm de grosor donde se aplicó una carga de 5 kg. Dando como resultado según la dureza de shore 97.845 SD para la resina Z 350 XT 3M ESPE, 97.325 SD para la resina Brillant de Coltene y 97.191 SD para la resina Herculite Precis de Kerr (López Vazques, 2014).

Se realizó un estudio comparativo experimental in vitro sobre la “*Resistencia a la fractura de la resina convencional y resina Bulkfill con técnica incremental y monoincremental*”. Con una muestra de 40 cilindros de 5 mm de alto por 6 de diámetro donde se les aplicó una carga 10 KN (1,019.70 KgF). Mostrando mejores resultados la resina Bulkfill con 248.87 Mpa, sin embargo la nanohíbrida demostró una resistencia de 171.38 Mpa (Velez Cuenca, 2016).



## **II. Justificación**

Las nuevas resinas aplicadas en un solo bloque de hasta 5 mm, polimerizado por 20 segundos disminuyen la contracción y estrés por polimerización, permitiendo acortar el tiempo de trabajo clínico en comparación con las resinas colocadas con la técnica incremental (3M, 2014).

Para el estudio se utilizaron las resinas Filtek Bulkfill y Filtek Z 350 XT ambas de la Casa 3M ESPE puesto que según las bibliografías estudiadas no se encontró antecedentes de Dureza Superficial y Resistencia Compresiva entre ambos materiales de restauración.

En primer lugar es importante conocer las propiedades de los materiales de restauración ya que están ligados a la longevidad del material restaurador en boca ya que son materiales que están sometidos a constantes cargas masticatorias, es por esto que se pretende conocer si la Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de las resinas incrementales y monoincrementales tiene o no alguna diferencia estadísticamente significativa para que el profesional pueda tomar una decisión confiable en cuanto a que material utilizar en aquellos casos en que el tiempo de trabajo clínico, sea un factor importante como por ejemplo, tratamientos en niños, pacientes que presenten alguna dificultad física o motora como personas con capacidades especiales, pacientes con problemas en la articulación temporomandibular.

Con base en los resultados de las mediciones de dureza y resistencia compresiva que se desprenden de este estudio, el profesional podrá elegir con confianza un material restaurador que responda a las necesidades de la población, garantizando la longevidad del material de restauración en boca tomando en cuenta la cultura alimenticia del país, por lo que, el principal beneficiado será el paciente que acude a la consulta dental.

En la Clínica Odontológica de la UNAN-Managua el tiempo de trabajo es reducido, en consecuencia, la utilización de un material que disminuya el tiempo de trabajo clínico y a la vez muestre excelentes propiedades físicas, será beneficioso para los estudiantes, al momento de realizar los tratamientos odontológicos.

#### **IV Planteamiento del Problema**

Para el odontólogo es sumamente importante conocer la resistencia de los materiales de restauración estética como es el caso de la resina, dichos materiales deben presentar una dureza que permita soportar las fuerzas masticatorias a las que son sometidos, sobre todo cuando se aplican en el sector posterior (3M, 2014).

Las resinas van evolucionando en su composición, éstas presentan excelentes propiedades físicas como son una mejor consistencia, menor contracción, mayor dureza y mejores acabados en el material, que lo hace a su vez más estético, ofreciendo soluciones rápidas y efectivas a los pacientes (3M, 2014).

Las resinas monoincrementales de nanotecnología aplicadas en un solo momento en bloques de 5mm proveen una disminución del tiempo de trabajo clínico en comparación con las resinas incrementales que se aplican en bloques de 2mm, sin embargo se desconoce si la dureza y la resistencia que ofrece la resina monoincremental, son iguales o superiores, a las que presentan las resinas incrementales. Esto nos lleva a la siguiente interrogante.

¿Existe diferencia del grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de Resina Monoincremental y Resina Incremental?

## **V. Objetivos**

### **Objetivo General:**

Comparar el grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de resina compuesta monoincremental y resina compuesta incremental.

### **Objetivos Específicos:**

1. Determinar el grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de la resina monoincremental.
2. Determinar el grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de la resina incremental.
3. Identificar cuál de las resinas presenta mayor grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial.

## **VI. Marco Teórico**

### **6.1 Generalidades de Resinas Compuestas**

#### **6.1.1 Concepto**

Material restaurador de uso odontológico que está compuesta por tres materiales químicamente diferentes: la matriz orgánica o fase orgánica; la matriz inorgánica, material de relleno o fase dispersa; y un órgano-silano o agente de unión entre la resina orgánica y el relleno cuya molécula posee grupos silánicos en un extremo (Hervas Garcia, Martinez Lozano, Cabanes Vila, & Barjau Escribano, 2006).

#### **6.1.2 Clasificación de Resinas Compuestas**

- Resinas de Macrorelleno o convencionales
- Resinas de Microrelleno
- Resinas Híbridas
- Resinas de Nanorelleno (Hervas Garcia, Martinez Lozano, Cabanes Vila, & Barjau Escribano, 2006).

#### **6.1.3 Propiedades de las Resinas Compuestas**

- Resistencia al Desgaste
- Textura Superficial
- Coeficiente de Expansión Térmica
- Sorción Acuosa y Expansión Higroscópica.
- Resistencia a la Fractura
- Resistencia a la Compresión y a la Tracción
- Módulo de elasticidad.
- Estabilidad del color
- Radiopacidad
- Contracción por Polimerización (Hervas Garcia, Martinez Lozano, Cabanes Vila, & Barjau Escribano, 2006).

## **6.2 Resinas Filtek Z 350 XT**

La Resina Universal Filtek Z350 XT de 3M ESPE es una resina activada por luz visible diseñada para ser utilizada en restauraciones anteriores y posteriores. Este sistema de resinas fue levemente modificado frente a la resina universal original Filtek Z250 y de la resina universal Filtek Supreme. La resina contiene bis-GMA, UDMA, TEGDMA y bis-EMA, para controlar la contracción una porción de TEGDMA fue remplazada por una porción de PEGDMA en el material restaurador Filtek TM Supreme XT (3M ESPE, 2010).

### **6.2.1 Composición de la resina Filtek Z350 XT**

Los materiales de relleno son una combinación de relleno de sílice no aglomerado/no agregado de 20 nm, de relleno de zirconio no aglomerado/no agregado de 4 a 11 nm, y un relleno clúster agregado de zirconio/sílice (partículas de sílice de 20nm y de zirconio de 4 a 11 nm). Los colores para dentina, esmalte y cuerpo tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 10 micrones. Los colores translúcidos tienen un tamaño promedio de las partículas del clúster de 0.6 a 20 micrones. La carga de relleno inorgánico es de 78.5% por peso (63.3% por volumen) (3M ESPE, 2010).

### **6.2.2 Propiedades de las resina Filtek Z 350 XT**

#### **6.2.2.1 Retención de Pulido:**

Después de 6000 ciclos de pulido presenta hasta un 90 % en resistencia a la abrasión después del cepillado (3M ESPE, 2010).

#### **6.2.2.2 Contracción volumétrica:**

La contracción volumétrica después de la exposición a la luz es de 2.5% (3M ESPE, 2010).

#### **6.2.2.3 Resistencia al desgaste similar al esmalte.**

El restaurador Filtek Z 350 tiene una resistencia al desgaste similar al esmalte (3M ESPE, 2010).

#### **6.2.2.4 Contracción por polimerización:**

Contracción por polimerización es de 2.09% (3M ESPE, 2010).

#### **6.2.3 Indicaciones:**

- Restauraciones directas anteriores y posteriores (incluyendo superficies oclusales).
- Reconstrucción de muñones.
- Ferulización.
- Restauraciones indirectas, incluyendo inlays, onlays y carillas

(3M ESPE, 2010).

### **6.3 Resinas Filtek Bulkfill**

Es un composite de última generación, fotopolimerizable, radiopaco, nanohíbrido para restauraciones directas en dientes posteriores y se fotopolimeriza en un intervalo de longitud de onda de 400–500 nm y puede aplicarse en capas de hasta 5 mm (3M, 2014).

#### **6.3.1 Composición de las Resinas Filtek Bulkfill**

Los materiales de relleno son una combinación de sílice no aglomerado / no agregado de 20 nm, zirconia aglomerada / no agregada de 4 a 11 nm y un compuesto de zirconia / sílice agregados (constituido por partículas de sílice de 20 nm y partículas de zirconia de 4 a 11 nm), además de un material de relleno de trifloruro de iterbio en un aglomerado de partículas de 100 nm. La carga de material de relleno inorgánico es de aproximadamente 76.5% por peso (58.4% por volumen). Filtek Bulk Fill contiene AUDMA, AFM, UDMA, y 1, 12-dodecanediol-DMA (3M, 2014).

#### **6.3.2 Propiedades de las Resinas Filtek Bulkfill**

##### **6.3.2.1 Profundidad de polimerización**

Según el estándar ISO 4049 y una polimerización de 20 segundos se logra una profundidad de polimerización de 5mm. (3M, 2014).

#### **6.3.2.2 Bajo estrés de contracción**

Incluye dos monómeros que combinados actúan para disminuir la contracción volumétrica y estrés de contracción por polimerización estos son un metacrilato adición-fragmentación (AFM) y metacrilato aromático (AUDMA) (3M, 2014).

#### **6.3.2.3 Retención de Pulido:**

Después de 6000 ciclos de pulido presenta hasta un 60 % en resistencia a la abrasión después del cepillado (3M ESPE, 2010).

#### **6.3.2.4 Resistencia a la flexión y resistencia compresiva**

Presenta una flexión de 145 Mpa y una resistencia compresiva de 310 Mpa (3M, 2014).

### **6.3.3 Tipos de Resinas Filtek Bulkfill**

#### **6.3.3.1 Resinas Fluidas**

Las resinas fluidas son materiales compuestos de baja viscosidad con reducción del porcentaje de partículas de carga inorgánica (44-55% en volumen) y una mayor cantidad de componentes resinosos (matriz resinosa). En consecuencia, el proceso de polimerización conduce a una contracción volumétrica importante, pero con una mínima tensión (Rodriguez Rodriguez, 2013).

#### **6.3.3.2 Resinas Condensables**

Es un composite nanohíbrido radiopaco modelable para la restauración directa de piezas posteriores en incrementos de hasta 4 mm. Se obturan y se realiza el modelado de las piezas dentales sin necesidad de una capa de acabado. La matriz monomérica está compuesta por dimetacrilatos (19-21% en peso). En contenido total de relleno es 76.5% por peso (58.4% por volumen). (Rodriguez Rodriguez, 2013).

### **6.3.4 Ventajas**

- Resultados estéticos que se logran rápida y eficazmente en la región posterior
- Tecnología de obturación especial que asegura un nivel muy bajo del estrés de contracción (3M, 2014).

### **6.3.5 Indicaciones**

- Restauraciones de dientes deciduos
- Restauraciones en el sector posterior (clases I y II, reemplazos de pequeñas cúspides)
- Restauraciones de clase V (caries cervicales, erosión de la raíz, lesiones en forma de cuña)
- Reconstrucción de muñones
- Sellado de fisuras más profundo en molares y premolares (3M, 2014).

### **6.4 Importancia de la Dureza y Resistencia de los materiales de restauración**

La resistencia y la dureza son propiedades mecánicas importantes que deben poseer los materiales de restauración pues estos deben soportar las fuerzas masticatorias a las que son sometidos durante el acto masticatorio (74.15 KgF) según (Alfaro Moctezuma & Osorno Escareño, 2012), idealmente estos materiales deben poseer una resistencia y dureza similar a la estructura dental en este caso el esmalte dental que posee una dureza de 300 HK (66.3 HRA) y la resistencia a la compresión promedio del esmalte es de 378Mpa, Únicamente los materiales metálicos amalgama y aleación de oro se acercan a las propiedades de los dientes según (W. Phillips, 1986).

### **6.5. Definición de dureza superficial:**

Es la propiedad de la capa superficial de un material de resistir la deformación elástica, plástica y destrucción, en presencia de esfuerzos de contacto locales inferidos por otro cuerpo, más duro, el cual no sufre deformaciones residuales (indentador ó penetrador), de determinada forma y dimensiones (W. Phillips, 1986).

#### **6.5.1 Medios empleados para medir la Dureza Superficial**

La American Dental Association afirma que las pruebas de dureza, utilizadas con mayor frecuencia son los ensayos de Brinell, Rockwell, Knoop, Vickers y Shore (W. Phillips, 1986).



### **6.5.2 Sistema Brinell**

El ensayo de dureza Brinell consiste en presionar la superficie del material a ensayar con una bolilla de acero muy duro o carburo de tungsteno, produciéndose la impresión de un casquete esférico correspondiente a la porción de la esfera que penetra. El valor de dureza, número de Brinell HB, resulta de dividir la carga aplicada por la superficie del casquete (W. Phillips, 1986).

### **6.5.3 Sistema Knoop**

En la microdureza Knoop se utiliza un penetrador de diamante, la dureza se determina mediante el cociente de la carga aplicada y el área de la impronta proyectada sobre la superficie que se ensaya y en la que no debe tenerse en cuenta la recuperación elástica del material, Sin embargo la medición de la superficie requiere que se retire el penetrador y por lo tanto el material produce la recuperación elástica y la consecuente deformación de la impronta (W. Phillips, 1986).

### **6.5.4 Sistema Vickers**

La determinación de la dureza Vickers se obtiene del cociente de la carga aplicada por la superficie de la impronta. Sin embargo en este caso se utiliza una carga pequeña y el penetrador es un diamante en forma de pirámide. Las cargas pueden variar de 1 a 100 kg según el espesor y tipo de material (W. Phillips, 1986).

### **6.5.5 Sistema Rockwell**

El método de Rockwell aunque es un método de indentación no pretende de manera directa medir la dureza a través de la determinación directa de la magnitud de los esfuerzos de contacto, sino que la define como un número arbitrario, inversamente proporcional a la penetración del indentador que pueden ser de dos tipos de indentadores: el cónico-esferoidal de diamante y el de bola (acero o carbono de tungsteno) de varios diámetros. En la práctica no hay necesidad de usar fórmulas, ya que los indicadores de las máquinas de Rockwell de manera automática realizan estas operaciones mostrando directamente el número de dureza en sus diales (W. Phillips, 1986).

El estándar ASTM define el número de dureza Rockwell como un número derivado del incremento neto en la profundidad del indentador cuando la fuerza en el indentador es incrementada desde una fuerza previa (preliminar específica) hasta una fuerza total (específica) y luego retornada al valor de fuerza previa (W. Phillips, 1986).

#### **6.5.6 Sistema Shore**

Este sistema mide la dureza elástica de los materiales, determinada a partir de la reacción elástica del material cuando se deja caer sobre él un objeto. Durante el ensayo se mide la altura a la que rebota el proyectil, esta depende de la cantidad de energía absorbida por el material del ensayo durante el impacto (López Vazques, 2014).

### **6.6. Resistencia Compresiva**

Tensión compresiva máxima que un cuerpo puede soportar antes de fracturarse (W. Phillips, 1986).

#### **6.6.1 Ensayo de Compresión**

Es un ensayo técnico para determinar la resistencia de un material o su deformación ante un esfuerzo de compresión. En la mayoría de los casos se realiza con hormigones y metales (sobre todo aceros), aunque puede realizarse sobre cualquier material (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012).

#### **6.6.2 Medio para medir Resistencia Compresiva**

##### **6.6.2 1 Máquina universal de Compresión**

Semejante a una prensa con la que es posible someter materiales a ensayos de tracción y compresión para medir sus propiedades. La presión se logra mediante placas o mandíbulas accionadas por tornillos o un sistema hidráulico. Esta máquina es ampliamente utilizada en la caracterización de nuevos materiales. Así como en la medición de las propiedades de tensión de los polímeros (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012).

La máquina de ensayo universal tiene como función comprobar la resistencia de distintos tipos de materiales, para esto posee cargas controladas sobre una probeta y mide en forma gráfica la deformación y la carga al momento de su ruptura (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012).

## **VII. Hipótesis**

1. H0: Tanto la resina monoincremental Filtek Bulkfill como las resina incremental Filtek Z 350 XT son similares en cuanto a Resistencia Compresiva y Dureza Superficial

2. H1: Tanto la resina monoincremental Filtek Bulkfill como las resina incremental Filtek Z 350 XT son diferentes en cuanto a Resistencia Compresiva y Dureza Superficial

## **VIII. Diseño Metodológico**

### **8.1 Tipo de Investigación**

Según el problema propuesto y los objetivos planteados el tipo de estudio es experimental.

Es de tipo Experimental, debido a que se compara dos materiales diferentes y se manipula intencionalmente la variable independiente para medir el efecto que tiene sobre la variable dependiente. (Hernandez Sampieri, 2014)

### **8.2 Área y periodo de estudio**

Las muestras de Resinas se realizaron en los laboratorios de la Clínica Odontológica de la UNAN-Managua y el análisis del estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Metales Ferrosos y no Ferrosos de la Universidad Nacional de Ingeniería-UNI en el periodo de octubre 2016 a febrero del Año 2017.

### **8.3 Muestra**

La muestra estuvo comprendida por 36 cilindros de resinas, siendo distribuidas en dos grupos, 18 cilindros de Resina monoincremental y 18 cilindros de Resina Incremental.

El tipo de muestra es no Probabilística por conveniencia, por la disponibilidad de recursos (Hernandez Sampieri, 2014).

Los estudios investigativos regularmente emplean muestras no probabilística, aunque podrían usarse muestras probabilísticas. La mayor parte de las veces, las investigaciones experimentales utilizan muestras no probabilística, porque es difícil manejar grupos grandes o múltiples casos. (Hernandez Sampieri, 2014)

Así también dentro de la bibliografía estudiada se utilizaron muestras desde 15 a 20 cilindros (Revolledo Huayhua, 2013) (Aizoncop Colodro & Botto Gozales, 2014).

## **8.4 Criterios de selección**

### **8.4.1 Criterios de inclusión**

- Probetas que cumplieron con las medidas establecidas.
- Probetas que posean superficies lisas.
- Probetas que no contengan burbujas visibles al ojo humano.

### **8.4.2 Criterios de exclusión**

- Probetas que no cumplieron con las medidas establecidas.
- Probetas que posean superficies irregulares.
- Probetas que contengan burbujas visibles al ojo humano.

## **8.5 Material y Métodos**

### **8.5.1 Material a utilizar:**

- 4 Jeringas de Resinas Compuestas Filtek Bulkfill
- 4 Jeringas Resinas Compuestas Incrementales Filtek Z 350 XT
- Espátula de Resinas de Teflón
- Silicona Pesada
- Loseta de vidrio
- Guantes
- Campo Operatorio
- Lentes protectores
- Discos para pulir
- Pieza de alta
- Pieza de baja
- Lámpara de fotocurado

### **8.5.2 Instrumento.**

Se elaboró una ficha de recolección de datos para Dureza Superficial, en el cual se registró el número de muestra de cada resina, con el valor de dureza (HRa) por cada indentación aplicada para de esta manera obtener un promedio de Dureza Superficial para cada una, además la ficha contiene otro cuadro para la medición de Resistencia Compresiva, en el cual se registró el esfuerzo máximo de cada probeta en (Mpa) para obtener un promedio de las mismas.

### **8.5.3 Método.**

Previamente se realizó una prueba piloto para la validación del instrumento y calibración de las maquinas utilizadas en el estudio. Se sometieron las muestras a estudios de Dureza Superficial y Resistencia Compresiva mediante una consultoría en el Laboratorio de Metales Ferrosos y no Ferrosos de la Universidad Nacional de Ingeniería a cargo del Ingeniero Mecánico Julio Cesar Gutiérrez Mayorga.

#### **8.5.3.1 Preparación/elaboración de muestras de Resinas**

Mediante una probeta de aluminio de 5 mm de altura por 5 mm de diámetro, luego se procedió a tomar una impresión con silicona pesada, obteniendo así el molde de la probeta, en el cual se empacó la resina hasta obtener las probetas con las medidas planificadas. La preparación de los cilindros de resina se realizó en 2 sesiones, con iluminación artificial.

Para elaborar las muestras primeramente se colocó la resina monoincremental (Filtek Bulkfill) utilizando una espátula de resina haciendo un único incremento hasta obtener 5 mm de altura, en caso de las resinas de técnica incremental (Filtek Z 350 XT) se colocaron en capas de 2mm hasta obtener ambas la misma altura.

Antes de polimerizar la resina se colocó una cinta celuloide y sobre ella una loseta de vidrio, la cual sirvió de punto de apoyo para aplicar presión digital y eliminar el material excedente consiguiendo así una superficie plana y paralela a la base y se procedió a polimerizar la muestra con lámpara Elipar Deep Cure-S 3M de  $1470 \text{ mW/cm}^2$ .

El tiempo de polimerización de las resinas compuestas se estableció siguiendo las instrucciones del fabricante 40 segundos para la resina incremental y 20 segundos, la monoincremental con una lámpara de fotocurado marca Elipar Deep Cure-S 3M de  $1470\text{Mw/cm}^2$ .

La muestra se retiró del molde y se procedió a realizarse pulido de la muestra, utilizando discos de pulido, siguiendo las instrucciones del fabricante y utilizando los discos desde el grano grueso hasta el grano superfino con un intervalo de 20 segundos con cada disco para retirar una posible capa inhibida que generaría menor dureza y paso que contribuye a lograr mejor contraste.

## **8.6 Medición del grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial**

El ensayo de dureza se efectuó en el Laboratorio de Metales Ferrosos y no Ferrosos de la Universidad de Ingeniería, se utilizó el Durómetro de Rockwell marca ESEWAY Tipo R2, se calibró con patrón de 60 KgF, realizándose a temperatura ambiente.

Se utilizó el método HRa, aplicándose 5 indentaciones por cada probeta de resina con un penetrador cónico de diamante de  $120^\circ$  de ángulo de vértice redondeado en la punta y una precarga de trabajo de 10 kg, la cual se mantuvo hasta el final del ensayo para garantizar una mayor exactitud del ensayo, ya que excluye la influencia de las vibraciones y de las irregularidades de la delgada capa superficial.

Después se aplicó la carga principal 50 kg para una carga total de 60 kg y la profundidad de penetración aumentó, controlando la velocidad de aplicación de la carga por medio de un amortiguador.

Luego de retirada la carga principal (50Kg), en el sistema probeta-indentador ocurre una recuperación elástica, ya que sobre él actúa solo la carga previa (10 Kg), siendo posible la medición de la profundidad de penetración, el cual determina el número de Dureza Rockwell (HR).

El ensayo de compresión se realizó de acuerdo al procedimiento especificado por la A.S.M.T. En su designación D695-02 “Test Methods for compressive properties of rigid plastics”, realizado en la maquina Tensómetro. Tipo W. Serie 9792. Marca Monsanto, con carga de 2000 kgf equivalente a (166.33 Mpa).

La probeta fue colocada en el centro de las 2 platinas metálicas hasta lograr su máximo esfuerzo. Para calcular la fuerza a la que se produce la falla, en cada muestra se utilizó la siguiente fórmula: Fuerza/Área. Luego se convirtieron las unidades en Mpa.

Se utilizaron estos equipos por la disponibilidad de recursos, se utilizó el durómetro de Rockwell porque es un equipo que se puede utilizar para medir polímeros y se debe aplicar una carga específica 60kg según las indicaciones del equipo.

Por otra parte para medir resistencia compresiva se utilizó el tensómetro marca Monsanto con una carga de 2000kg (166.33Mpa), teniendo en cuenta que la resina, de manera general, tiene una resistencia compresiva máxima de 235 Mpa según (W. Phillips, 1986)



## 8.7 Lista de Variables por objetivo

1. Determinar el grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de la resina monoincremental.
  - Dureza Superficial de la resina monoincremental.
  - Resistencia Compresiva de la resina monoincremental.
  
2. Determinar el grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de la resina incremental.
  - Dureza Superficial de la resina incremental.
  - Resistencia Compresiva de la resina incremental.
  
3. Identificar cuál de las resinas presenta mayor grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial.
  - Dureza Superficial de resina monoincremental.
  - Resistencia Compresiva de resina monoincremental.
  - Dureza Superficial de resina incremental.
  - Resistencia Compresiva de resina incremental.

## 8.8 Operacionalización de Variables

Variable	Concepto	Indicador	Escala	Valor
Resina compuesta	Material restaurador	Nombre comercial de composite	Nominal	1.Resina Monoincremental 2.Resina Incremental
Dureza superficial	Capacidad que tiene un cuerpo para ser penetrado o indentado en su superficie.	Registro en el Durómetro de Rock Well	Ordinal	De 0 a más HRa
Resistencia Compresiva	Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento.	Registro en el Tensometer Marca Monsato	Ordinal	De 0 a más Mpa

## 8.9 Procesamiento y análisis de datos

Los datos obtenidos se procesaron a través del programa estadísticos SPSS versión 0.20.se realizaron tablas y gráficos para presentar los resultados con el programa Microsoft Excel. El informe final se elaboró mediante Microsoft Word. Para comprobar la Hipótesis se realizó prueba estadística T Student, para demostrar la diferencia de las medias.

## IX. Resultados

El grupo de resina Filtek Bulkfill obtuvo un promedio de Resistencia Compresiva de 91.93 Mpa, siendo el valor mínimo de 73.16Mpa y el valor máximo de 105.72 Mpa (Ver tabla N<sup>o</sup>1).

El grupo de la resina Filtek Bulkfill presentó un promedio de dureza superficial de 48.95 HRa, siendo el valor mínimo de 45.2 HRa y el valor máximo de 59 HRa. Durante las mediciones, se registraron datos repetidos 2 veces (45.20, 46.20 y 52 HRa). El valor más bajo registrado por indentación, fue de 42 HRa y el valor más alto fue 63 HRa. A su vez se observó que en algunas probetas a medida que se le realizaba las indentaciones, la dureza decrecía y en otros casos se mantuvo (Ver tabla N<sup>o</sup>3).

Se observó que el grupo de la resina Filtek Z 350 XT obtuvo un promedio de resistencia compresiva de 118.50 Mpa siendo el valor mínimo de 94.07 Mpa, y el valor máximo de 153.18 Mpa. Así mismo se comprobó que todas las probetas mostraron datos diferentes (Ver tabla N<sup>o</sup>5).

Este grupo de la resina obtuvo un promedio de Dureza Superfial de 50.51 HRa, siendo el valor mínimo 49.20 HRa y el valor máximo de 52.6 HRa. Los valores más repetidos fueron 49.20 y 50 HRa. Por indentacion, el valor más bajo fue de 46 HRa y el valor más alto fue 56 Mpa. A su vez se observó que en algunas probetas a medida que se le realizaba las indentaciones, la Dureza Superficial decrecía y en otros casos se mantuvo, (Ver tablaN<sup>o</sup>6).

La resina Filtek Z 350 XT presenta una mayor Resistencia Compresiva de 118.50 Mpa en comparación con las resinas Filtek Bulkfill de 91.93Mpa, según la prueba estadística T Student **P-valor (0.002) < 0.05**; determina que las varianzas no son iguales, por lo tanto las resinas Filtek Z350 XT y Filtek Bulkfill no tienen la misma Resistencia Compresiva. La diferencia entre la resistencia se encuentra entre 11.34 Mpa y 41.77 Mpa por lo que se rechaza la Hipótesis planteada, donde la resina monoincremental Filtek Bulkfill tiene mejor Resistencia Compresiva que la resina incremental Filtek Z 350 XT. (Ver tablaN<sup>o</sup>8)

Se observó que la resina Filtek Z 350 XT presenta Dureza Superficial ligeramente superior (50.91 HRa) a la Dureza Superficial de la resina Filtek Bulkfill (48.95 HRa), según la prueba estadística T Student **P-valor (0.353) > 0.05**; se determina que las varianzas son iguales, por lo tanto las resinas Filtek Z350 XT y Filtek Bulkfill tienen la misma Dureza Superficial que está comprendida entre -2.02421 y 5.13532 por tal razón se rechaza la hipótesis planteada, donde la resina monoincremental Filtek Bulkfill tiene mejor Dureza Superficial que la resina incremental Filtek Z 350 XT. (Ver tablaN<sup>0</sup>9)

## **X. Discusión**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo comparar el grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de resina monoincremental y resina incremental.

En la actualidad existen resinas que según las indicaciones del fabricante se pueden colocar en un solo bloque de 5 mm, como son las resinas de nanotecnología monoincremental, aplicadas en un solo momento, que proveen una disminución del tiempo de trabajo en comparación con la resina que se aplica en bloques de 2 mm.

Algunos estudios de investigación han evaluado la Resistencia Compresiva y la Dureza Superficial en diferentes resinas compuestas y de tamaños de muestra variables, utilizando diversos medios para medir dureza y resistencia compresiva.

En este estudio para obtener la Dureza Superficial de la resina monoincremental Filtek Bulkfill y resina incremental Filtek Z 350 XT, las probetas se sometieron al durómetro de RockWell con una precarga de 10 kgf y una carga total de 60 kgf y para la Resistencia compresiva se utilizó una máquina Tensometer. Tipo W. Serie 9792. Marca Monsato, donde se aplicó una carga de 2000 kgf (166.33Mpa). Según sugieren las instrucciones de uso del equipo y la carga que puede resistir este tipo de polímero.

La Resistencia Compresiva promedio de la resina monoincremental Filtek Bulkfill fue de 91.93Mpa (Ver tabla1) y la Dureza Superficial es de 48.95 HRA (147HV) (Ver tabla 3). Esto difiere de los resultados encontrados por (Velez Cuenca, 2016), en donde la resistencia de la resina Bulkfill fue de 251.32 Mpa sometido a una carga 10 KN (1,019.70 Kgf), inferior a las aplicadas en este estudio.

La investigación que realizó (Naranjo Pizano, Lince Jaramillo, Vivas, & Ortiz Perez, 2012) sobre la Dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz, y con una carga aplicada de 100gr (0.1 Kgf) obtuvo que la resina Filtek Suprema XT presentó mayor Dureza Superficial de 83.4 HV, seguida de la Filtek Z 350 con 79.3 HV y Esthet X con 58.2 HV, estos resultados varían en cuanto a la carga aplicada con diferentes durómetros.

Para las probetas realizadas con resina incremental Filtek Z 350 XT se comprobó que la Resistencia compresiva fue de 118.50 Mpa (Ver tabla 5) y su Dureza Superficial fue de 50.51 HRa (156 HV) (Ver tabla 6). Al comparar con el estudio realizado por (Revolledo Huayhua, 2013) sobre la Resistencia compresiva de resinas compuestas microhíbridas y nanohíbridas con una carga de 250 Kg, resultó una resistencia compresiva de 230.5 Mpa para resinas nanohíbridas Filtek Z 250 XT y de 259.7 Mpa para las resinas Microhíbridas TPH Spectrum, es decir presentaron mayor resistencia a la compresión con respecto a las del presente estudio, debido a que éstas se les aplicó cargas más bajas.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta investigación se puede establecer que la resina incremental Filtek Z 350 XT posee una dureza superficial de 50.51 HRa (156 HV) (Ver tabla 6), ligeramente mayor a la dureza superficial de la resina monoincremental Filtek Bulkfill, la cual fue de 48.95 HRa (147HV) (Ver tabla 3) y una mayor resistencia compresiva (118.50 Mpa) (Ver tabla 5) con respecto a la resina monoincremental Filtek Bulkfill (91.3Mpa) (Ver tabla 1).

En la investigación realizada por (Aizoncop Colodro & Botto Gozales, 2014), sobre Resistencia Compresiva obtenida a través de una Maquina de Ensayo Universal con una carga de 5 KN (509.85 Kgf) y Dureza Superficial con Durómetro de Vickers con una carga de 147 N ( 15 kgf), se demostró que la resina Sonic Fill monoincremental posee mejor resistencia compresiva (319.9 Mpa) y una Dureza Superficial superior (50.51HV) en comparación con la resina incremental Herculite Precis cuya Resistencia Compresiva fue de (291.4Mpa) y una Dureza Superficial de (42.11HV).

Estos valores obtenidos se deben a diferentes razones como la composición inorgánica que presentan las resinas, ya que a mayor porcentaje de relleno inorgánico, mayor dureza tendrá el material de restauración. La resina incremental Z 350 XT, contiene partículas de sílice de 20 nm y de zirconio de 4 a 11 nm, con una carga de relleno inorgánico de aproximadamente de 78.5% por peso (63.3% por volumen) mientras que la resina monoincremental Filtek Bulkfill está constituida por partículas de sílice de 20 nm y partículas de zirconio de 4 a 11 nm, con una carga de relleno inorgánica de aproximadamente 76.5% por peso (58.4 por volumen).

Así mismo las cargas aplicadas en este estudio fueron superiores para el ensayo de Dureza Superficial medido con un durómetro de Rockwell, con una carga (60Kg) establecido para polímeros. La Resistencia Compresiva, fue medida a través de una maquina Tensometer con una carga (2000kgf) equivalente a (166.33 Mpa). Donde 235 Mpa es la resistencia máxima a la que puede llegar a ser sometida las resinas compuestas y según la especificación de la Association American Dental sugiere que la resistencia a la compresión mínima aceptable para las resinas compuestas es de 34 Mpa (W. Phillips, 1986),

La carga de 2000 Kgf se determinó a través de la prueba piloto en donde se probó con cargas inferiores de 500, 1000 y 1500 KgF donde no se logró observar el esfuerzo máximo de las probetas, en la gráfica proporcionada por la máquina, por esta razón se aplicó la carga de 2000 kgF logrando reflejarse gráficamente el esfuerzo máximo

En base a la carga aplicada en este estudio se observó una variación significativa en comparación a los valores encontrados en los antecedentes, esto se debió a que fueron medidos con distintas máquinas y cargas diferentes para Dureza Superficial entre los cuales están: Durómetros de Vickers con cargas de 0.1 kg y 15 kg, Durómetro de Shore con carga de 5 Kg y Resistencia Compresiva con Máquina de ensayo Universal con distintas marcas, con cargas de 509.85 Kgf, 250 Kgf y 1,019.70 Kgf.

Por otro lado se observó diferencias en cuanto a la intensidad del haz de luz de las lámparas de fotocurado utilizadas en los estudios encontrados ( 800-2000 mW/cm<sup>2</sup>, 420 mW/cm<sup>2</sup>, 1500 mW/cm<sup>2</sup>, 850 mW/cm<sup>2</sup>, 800 mW/cm<sup>2</sup>, 500 mW/cm<sup>2</sup>, 400 mW/cm<sup>2</sup>, 611 mW/cm<sup>2</sup>, 600 mW/cm<sup>2</sup>, 700 mW/cm<sup>2</sup>), en comparación con la utilizada en éste estudio, en el que se empleó la lámpara Elipar Deep Cure-S 3M de 1470 mW/cm<sup>2</sup>. Las variaciones en la intensidad de luz también afectan la polimerización de los materiales y por ende se afecta las propiedades mecánicas de los mismos (3M, 2014).

Basado en los resultados de la prueba estadística T Student aplicada al estudio en resistencia compresiva de ambas resinas se determina que el **Valor P (0.002) < 0.05**; sus varianzas no son iguales, por lo tanto las resinas incrementa Filtek Z350 XT y monoincremental Filtek Bulkfill tienen diferente Resistencia Compresiva estadísticamente significativa. La diferencia entre la resistencia se encuentra entre 11.34 Mpa y 41.77 Mpa. Por lo que se rechaza la Hipótesis Nula y se acepta la Hipótesis Alternativa para la Resistencia Compresiva de las resinas Filtek Z350 XT y Filtek Bulkfill, por una significancia estadística.

Asi también el **Valor P (0.353) > 0.05**; para la Dureza Superficial de ambas resinas determina que las varianzas son iguales, por lo tanto las resinas Filtek Z350 XT y Filtek Bulkfill tienen la misma Dureza Superficial. La Dureza está comprendida entre -2.02421 y 5.13532. Por tal razón se acepta la Hipotesis Nula que tanto la resina Filtek Bulkfill como la resina Filtek Z350 XT ambas poseen Dureza Superficial similar.

Al realizar los ensayos de Dureza Superficial, se observó en la indentación de cada probeta que hay una variabilidad en los resultados, en algunas se mantuvo la dureza y en otros casos estos aumentaban o decrecían, dando promedios variados los que puede deberse a que se utilizaron diferentes colores de resinas en el estudio y que según el fabricante de materiales dental los colores para dentina y esmalte, tienen una carga de relleno inorgánico diferente (3M ESPE, 2010) .

Al realizar los ensayos de resistencia compresiva se encontraron en los resultados obtenidos gráficamente variaciones en cuanto al esfuerzo máximo que soporto cada probeta, los que puede deberse a que se utilizaron diferentes colores de resinas en el estudio y que según el fabricante de materiales dental los colores para dentina y esmalte, tienen una carga de relleno inorgánico diferente (3M ESPE, 2010).

La resistencia y la dureza son propiedades mecánicas importantes que deben poseer los materiales de restauración, pues estos deben soportar las fuerzas masticatorias a las que son sometidos (74.15 KgF).



Los resultados encontrados en esta investigación demuestran que la resina incremental es la que posee mejor resistencia compresiva 118.50Mpa y dureza superficial de 50.51 HRa en comparación con la resina monoincremental, que posee una dureza más cercana a la del esmalte 300 HK (66.3 HRa) y la resistencia a la compresión promedio del esmalte es de 378Mpa, Únicamente los materiales metálicos amalgama y aleación de oro se acercan a las propiedades de los dientes según (W. Phillips, 1986). Por tanto la resina incremental es la más recomendada para realizar restauraciones dentales sobre todo en el sector posterior donde se aplica mayor fuerza masticatoria.

## **XI. Conclusiones**

En vista a los resultados obtenidos en el trabajo investigativo se concluye que:

1. La Resistencia Compresiva de la resina monoincremental fue de 91.3Mpa y su Dureza Superficial fue de 48.95 HRa.
- 2 La Resistencia Compresiva de la resinas incremental fue de 118.50Mpa y su Dureza Superficial fue de 50.51 HRa
- 3 Los resultados del estudio demuestran que la Resistencia Compresiva de la resina incremental fue mayor (118.50Mpa) en cuanto a la resina monoincremental (91.3Mpa) dicha diferencia es estadísticamente significativa donde el valor P  $(0.002) < 0.05$ ; La variación entre la resistencia se encuentra entre 11.34 Mpa y 41.77 Mpa. Y en cuanto a Dureza Superficial valores ligeramente mayores (50.51HRa) en comparación con la resina monoincremental (48.95 HRa) cuyo valor P  $(0.353) > 0.05$ ; comprendida entre -2.02421 y 5.13532.

## **XII. Recomendaciones**

### **A estudiantes y profesionales de Odontología, en general:**

1. Basado en los resultados se recomienda la resina incremental en pacientes que requieran de restauraciones profundas debido a que es el tipo de resina que más se asemeja a la dureza del esmalte dental.

2. La resina monoincremental puede ser utilizada en pacientes que se les dificulte mantener la cavidad oral abierta ya sea por condición física o mental siempre teniendo en cuenta que es posible que a largo plazo estas tengan que ser reemplazadas.

3. Respetar todos los pasos operatorios durante la ejecución del tratamiento, como es realizar una buena preparación, desinfección de la cavidad, tiempo recomendados para el ácido grabador y la aplicación correcta de del adhesivo, a su vez también asegurar el uso de lámparas de fotocurado con haz de luz necesario para lograr polimerizar todo el espesor de la restauración,(para las resinas monoincrementales el fabricante sugiere utilizar una lámpara con un haz de luz de  $1470\text{Mw/cm}^2$ ) y de esta manera obtener resultados predecibles.

### **A la carrera de Odontología de la UNAN Managua:**

4. Realizar más estudios en los que se evalué otras propiedades físicas importantes de la resina y otros materiales de restauración.

5. Solicitar mediante financiamientos internos o externos la adquisición de equipos para facilitar a los estudiantes y docentes, estudios de este tipo.

### **XIII. Bibliografía**

- 3M ESPE. (2010). Sistema restaurador universal Filtek Z 350 XT . *Adper 3M ESPE*, 2-33.
- 3M, E. (2014). Filtek Bulkfill Resina para Posteriores. *Perfil técnico del producto*. Alemania: 3MESPE.
- Aizoncop Colodro, D., & Botto Gozales, I. (2014). Resistencia Compresiva y dureza superficial de un sistema de Resinas Compuestas monoincremental vs una convencional. *Biomateriales dentales*, 13-31.
- Alfaro Moctezuma, P., & Osorno Escareño, M. C. (2012). Fuerza de mordida, su importancia en la masticación, su medición y sus condicionantes clínicos. Parte 1. *Revista ADM* , 53-7.
- Arce Muños, N., Cabezas Gonzáles, C., Posada Ayala, E., López Moreno, L., & Garsón R, H. (2005). Comparación de la resistencia de dos resinas Microhíbridadas para la restauración dental. *Revista Estomatología Volumen 13 N° 2*, 27-39.
- Barbosa Gomes, E. (2008). *Evaluacion de la dureza Kannop de resina compuesta en funcion de la variación de la tecnica de polimerización complementaria*. Venezuela : Acta Odontologica Venezolana .
- Bladión Elorza, P. A., Vaca Hortua, D. A., Alvarez Silva, C. A., & Agaton Montes, D. A. (2010). Estudio comparativo de las propiedades mecanicas de diferentes tipos de resinas compuestas. *Revista colombiana de investigacion en Odontologia* , Vol. 1 N° 3.
- Corral Nuñez, C., Vildózola Grez, P., & Bersezio Miranda, C. (2015). Revision del estado actual de las Resinas Compuestas BulkFill. *Revista Facultad Odontologica-Universidad de Antioquia*, 177-196.
- Corriols, M. (2012). *Metodología de investigación en salud aplicada a la elaboración de trabajos monográficos* . Managua-Nicaragua: Kilaika.

- Culaciati, P., Garretón, R., & Herrera, C. (Julio-Septiembre 2015). Nuevo Restaurador de posteriores Filtek Bulkfill. *Infodent 3M ESPE Magazine No 76*, 3-16.
- Frias Taron, S., & Blanco Lerech, S. V. (2015). *Comparacion de la dureza superficial de la resina compuesta y el ionomero de vidrio, en premolares birradiculares, estudio in vitro*. Cartagena Bolivar.
- Hernandez Mata, A. (2012). Comparacion de la resistencia compresiva entre diferentes tipos de Ionomeros de vidrio. *Odovtoc Facultad de Odontologia UCR No 14*, 55-58.
- Hernandez Sampieri, R. (2014). *Metodologia de la investigacion 6ta edicion* . Mexico: McGraw Hill Education.
- Hervas Garcia, A., Martinez Lozano, M. A., Cabanes Vila, J., & Barjau Escribano, A. (2006). Resinas Compuestas. *Medicina Oral* . S.A, 11: E215-20.
- Kurzer, M. (2006). Estudio comparativo de dureza en dientes artificiales fabricados con diferentes tipos de resinas acrilicas. *EIA*, 121-128.
- Lopez Carranza, C. R. (2015). *Microdureza Superficial de Resinas de Nanotecnologias aplicadas en un solo bloque*. Lima-Perú.
- López Vazques, C. (2014). *Evaluacion de la dureza de shore de tres tipos de resinas compuestas fotopolimerizada a diferentes intervalos de tiempo e intensidades de luz, de las lamparaz de polimerizacion led de marcas utilizadas por los estudiantes de la facultad de odontologia* . Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Lowry, R. (2000). Un primer vistazo a la cuestión estadística. En R. Lowry, *Concepts and applications of inferential statistics* (págs. 1-10).
- Manh, E. (2014). Las restauraciones en un solo bloque,un cambio de paradigma. *Dental tribune Hispanic & Latin American*, 8-10.

- Mendoza Gamboa, O. (2004). *Evaluacion de metodos para la medicion de dureza en materiales ceramicos y refractarios de ingenieria*. San Nicolas de los Garza, Mexico.
- Naranjo Pizano, R., Lince Jaramillo, J., Vivas, J., & Ortiz Perez, P. (2012). *Diferencia en la Dureza de resinas utilizadas convencionalmente al polimerizarse con diferentes tipos de luz*. Colombia: Universidad CES Medellin.
- Nicoluzzi, A., Ribeiro, M., & Candido, A. (2008). Influencia del Envejecimiento artificial acelerado sobre la resistencia a la compresión de resinas compuestas. *Acta Odontológica Venezolana*.
- Revolledo Huayhua, E. (2013). Estudio comparativo invitro de la resistencia compresiva de Resinas Microhibridas y Nanohibridas. *Programa Cybertesis*. Perú.
- Rodriguez G, D., & Pereire S, N. (2008). Evolucion y Tendencias actuales en Resinas Compuestas. *Acta Odontologica Venezolana*, Vol 46 No 3.
- Rodriguez Rodriguez, Y. (2013). *Propiedades de las Resinas Bulkfill*. Chile: ULADECH-Catolica.
- Salas Castro, Y. (2013). *Estudio invitro de la microdureza superficial en resinas compuestas de metacrilato Z350 XT y Silorano P90*. Lima-Peru.
- Sistema restaurador universal Filtek Z 350 XT 3M ESPE. (2010). *Adper 3M ESPE*, 2-33.
- Solans Huguet, J., & Domenech Casellas, M. (2012). *Naturaleza y significado de la dureza de los minerales*. España: Trabajos de Geologia.
- Tauquino Alvarez, J. (2002). *Evaluacion invitro de la microdureza superficial de una resina compuesta microhibrida, una resina compuesta fluida y un cemento de ionomero vitreo de restauracion frente a la accion de una bebida carbonatada*. Lima-Peru: Tesis Digitales UNMSM.
- Triola, M. F. (2004). *Estadistica 9 Edición*. México: Pearsón Educación.

- Uribe Espinoza, S. (2012). Evaluacion in vitro de la resistencia compresivade un sellante resinoso fluorado pre y post liberacion de Flúor. *Revista Clinica Periodoncia Impantologia. Rehabilita. Oral* Vol 5, 9-12.
- Valverde Rojas, S., Montenegro Aguilar, M., & Fernandez Lopez, O. (2012). *Microdureza de las resinas compuestas marcas Filtek Z350 y TPH3 utilizadas en un servicio odontologico de la caja costarricense de seguro social*. Costa Rica: Revista cientifica odontologica Vol. 8.
- Velez Cuenca, T. M. (2016). *Resistencia de la resina convencional y resina Bulkfill a la fractura con técnica incremental y monoincremental. Estudio comnparativo In vitro*. Ecuador: Universidad Central de Ecuador Facultad de Odontologia.
- W. Phillips, R. (1986). *La Ciencia de los Materiales Dentales de Skinner*. Mexico: Nueva Editorial Interamericana S.A.

## XIV. Anexos

### Anexo N° 1: Fichas de recolección de datos

Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua

UNAN-Managua

Facultad de Ciencias Médicas-Odontología

Evaluación del grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de Resinas  
Compuestas monoincrementales Filtek Bulkfill y Resinas Incrementales Filtek Z 350 XT  
en el periodo comprendido de Octubre 2016 a Febrero del año 2017



Resina	Dureza Superficial						
Resinas Incrementales Filtek Z 350 XT	N° de Muestras	No de Indentaciones					Promedio
		1	2	3	4	5	
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
9							
Total							
Resinas Monoincremental Filtek Bulkfill	No de Muestras	1	2	3	4	5	
	1						
	2						
	3						
	4						
	5						
	6						
	7						
	8						
	9						
Total							



RESINA	Resistencia a la compresión		Promedio
	Muestra	Mpa	
Filtek Z350XT			

RESINA	Resistencia a la compresión		promedio
	Muestra	Mpa	
Filtek bulkfill			

## **Anexo N°2: Glosario de Términos**

### **Compresión**

Son tensiones o presiones que existen dentro de un sólido deformable o medio continuo, caracterizada porque tiende a una reducción de volumen del cuerpo, y a un acortamiento del cuerpo en determinada dirección (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012)

### **Dureza Superficial**

La dureza superficial representa la facilidad o dificultad que tiene un cuerpo para ser penetrado o indentado en su superficie (W. Phillips, 1986)

### **Fuerza**

Es una magnitud física que se manifiesta de manera lineal y representa la intensidad de intercambio entre dos partículas o cuerpos (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012).

### **Indentación**

Muesca escotadura, huella, depresión dejada en la superficie de un material que es sometido a una prueba de dureza (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012).

### **Durómetro**

Es un dispositivo de medición para determinar la dureza de un materia (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012)l.

### **Resinas Compuestas**

Las resinas compuestas dentales, son una mezcla compleja de resinas polimerizables mezcladas con partículas de rellenos inorgánicos. Al mismo tiempo para unir las partículas de relleno a la matriz plástica de resina, el relleno es recubierto con silano, un agente de conexión o acoplamiento (Rodriguez G & Pereire S, 2008).

## **Resinas Nanorelleno**

Es un tipo de resina compuestas que en su relleno inorgánico presentan partículas esferoidales de Nanorelleno de Estroncio de vítreo, lo que permite sean agrandadas a altas concentraciones obteniendo mejores propiedades mecánicas (Aizoncop Colodro & Botto Gozales, 2014).

## **Resistencia**

La resistencia de un elemento se define como su capacidad para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse, es decir adquiere deformaciones permanentes para deteriorarse de algún modo (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012).

### **Resistencia Compresiva**

Esfuerzo máximo que puede soportar un material bajo una carga de aplastamiento (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012).

### **Resistencia Máxima:**

Es la máxima cantidad de esfuerzo que el material puede soportar. A partir de esta magnitud, la probeta empieza a deformarse aun ante la aplicación de cargas menores (W. Phillips, 1986).

## **Kilogramo Fuerza**

Un kilogramo fuerza es el peso de una masa de un kilogramo (masa inercial) en la gravedad terrestre,  $g = 9.8 \text{ m/s}^2$  (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012)

## **PSI**

Es la escala común, cuyo cero es la presión (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012)

## **Mpa**

Unidad de medida de fuerza donde es igual a 10 Kilogramos fuerza/cm<sup>2</sup> (Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012)

**HV**

Dureza Vickers (Lopez Carranza, 2015)

**HR**

Dureza RockWell (W. Phillips, 1986)

**ASTM**

Asociación Americana de Ensayos de Materiales (W. Phillips, 1986)

## Anexo N° 3 Tablas de resultado

**Tabla N°1**

**Resistencia Comprensiva de resina Filtek Bulkfill en Máquina Tensómetro Monsanto, Octubre 2016-Febrero 2017.**

Probeta	Esfuerzo Máximo Kgf	Área del Cilindro mm <sup>2</sup>	Resistencia Comprensiva Kgf	FmáxC (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Mpa	Promedio
1	2000	117.87	1080	9.16	89.9	91.93
2	2000	117.87	1060	8.99	88.24	
3	2000	117.87	1270	10.78	105.72	
4	2000	117.87	1100	9.33	91.57	
5	2000	117.87	1240	10.52	103.22	
6	2000	117.87	880	7.46	73.16	
7	2000	117.87	950	8.06	79.08	
8	2000	117.87	1090	9.25	90.74	
9	2000	117.87	1270	10.78	105.72	

**Tabla N°2**

**Análisis Estadístico Descriptivo de Resistencia Comprensiva de resina Filtek Bulkfill, Octubre 2016-Febrero 2017.**

### Estadísticos descriptivos

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
FMaxC	9	7.46	10.78	9.3700	1.16551
N válido (por lista)	9				

**Tabla N° 3**

**Dureza Superficial de Resina Filtek Bulk Fill por indentación con Durómetro de Rockwell, Octubre 2016-Febrero 2017.**

Probeta	Indentacion 1 (HRa)	Indentacion 2	Indentacion 3	Indentacion 4	Indentacion 5	Promedio	Promedio Total
1	57	63	58	60	57	59	48.95
2	53	52	51	53	51	52	
3	57	56	51	48	48	52	
4	48	47	46	45	48	46.8	
5	51	48	48	47	46	48	
6	46	45	48	47	45	46.2	
7	46	48	43	45	44	45.2	
8	47	47	45	45	47	46.2	
9	42	46	47	45	46	45.2	

**Tabla N° 4 Dureza Superficial de resina Filtek Bulkfill, Octubre 2016-Febrero 2017.**

**Frecuencia del promedio de Dureza Superficial de resina Filtek Bulkfill**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
45.20	2	22.2	22.2	22.2
46.20	2	22.2	22.2	44.4
46.80	1	11.1	11.1	55.6
Válido 48.00	1	11.1	11.1	66.7
52.00	2	22.2	22.2	88.9
59.00	1	11.1	11.1	100.0
Total	9	100.0	100.0	

**Tabla N° 5**

**Resistencia Comprensiva de resina Filtek Z350XT en Máquina Tensómetro Monsanto,  
Octubre 2016-Febrero 2017.**

Probeta	Esfuerzo Máximo Kgf	Área del Cilindro mm <sup>2</sup>	Resistencia Comprensiva Kgf	FmáxC (KgF/mm <sup>2</sup> )	Mpa	Promedio
1	2000	117.87	1200	10.18	99.98	118.50
2	2000	117.87	1890	15.61	153.18	
3	2000	117.87	1400	11.88	116.54	
4	2000	117.87	1280	10.86	106.55	
5	2000	117.87	1530	12.98	127.37	
6	2000	117.87	1590	13.5	132.36	
7	2000	117.87	1420	12.05	118.21	
8	2000	117.87	1130	9.59	94.07	
9	2000	117.87	1420	12.05	118.21	

**Tabla N°6**

**Análisis Estadístico Descriptivo de Resistencia Comprensiva de resina Filtek Z350XT,  
Octubre 2016-Febrero 2017.**

**Estadísticos descriptivos**

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
FMaxC	9	9.59	15.61	12.0779	1.82400
N válido (por lista)	9				

**Tabla N°7**

**Prueba de Dureza Superficial de Resina Filtek Z350 XT por indentación con Durómetro de Rockwell, Octubre 2016-Febrero 2017.**

Probeta	Indentacion 1	Indentacion 2	Indentacion 3	Indentacion 4	Indentacion 5	Promedio	Promedio Total
1	52	55	54	52	49	52.4	50.51
2	57	53	51	51	51	52.6	
3	52	47	49	53	52	50.6	
4	54	48	47	49	48	49.2	
5	56	54	51	47	48	51.2	
6	51	51	46	50	49	49.4	
7	54	47	49	49	51	50	
8	54	47	49	49	51	50	
9	50	51	49	48	48	49.2	

**Tabla N°8**

**Dureza Superficial, por unidad de Resina Filtek Z350XT, Octubre 2016-Febrero 2017.**

Frecuencia de Dureza Superficial de Resina Filtek Z 350 XT				
	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
49.20	2	22.2	22.2	22.2
49.40	1	11.1	11.1	33.3
50.00	2	22.2	22.2	55.6
50.60	1	11.1	11.1	66.7
51.20	1	11.1	11.1	77.8
52.40	1	11.1	11.1	88.9
52.60	1	11.1	11.1	100.0
Total	9	100.0	100.0	



**Tabla N° 9**

**Comparación de Resistencia Comprensiva de resinas Filtek Bulkfill y Filtek Z350XT, Octubre 2016-Febrero 2017.**

FILTEK BULLFIK			FILTEK Z350XT		
Probeta	Mpa	Promedio	Probeta	Mpa	Promedio
1	89.9	91.93	1	99.98	118.50
2	88.24		2	153.18	
3	105.72		3	116.54	
4	91.57		4	106.55	
5	103.22		5	127.37	
6	73.16		6	132.36	
7	79.08		7	118.21	
8	90.74		8	94.07	
9	105.72		9	118.21	

**Tabla N° 10**

**Comparación de Dureza Superficial de resinas Filtek Bulkfill y Filtek Z350 XT, Octubre 2016-Febrero 2017.**

Tipo Resina	Dureza Superficial
FILTEK Z350XT	50.51 HRa
FILTEK BULLFIK	48.95 HRa

**Tabla N° 11**

**Prueba Estadística (T-Student) Resistencia Comprensiva.**

**Estadísticas de grupo**

	Tipo de Resina	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Mpa	Z350XT	9	118.4967	17.88892	5.96297
	BULKFILL	9	91.9378	11.42449	3.80816

**Tabla N° 12**

**Prueba de muestras independientes**

	Prueba de Levene de igualdad de varianzas	Tprueba t para la igualdad de medias							
		F	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
								Inferior	Superior
Mpa	-Se asumen varianzas iguales	.835	3.754	16	.002	26.55889	7.07525	11.56003	41.55775
	-No se asumen varianzas iguales		3.754	13.595	.002	26.55889	7.07525	11.34147	41.77631

**Tabla N° 13**

**Prueba estadística (T-Student) Dureza Superficial**

**Estadísticas de grupo**

	Tipo de Resina	N	Media	Desviación estándar	Media de error estándar
Dureza Rockwell	Z350XT	9	50.5111	1.30427	.43476
	BULKFILL	9	48.9556	4.58779	1.52926

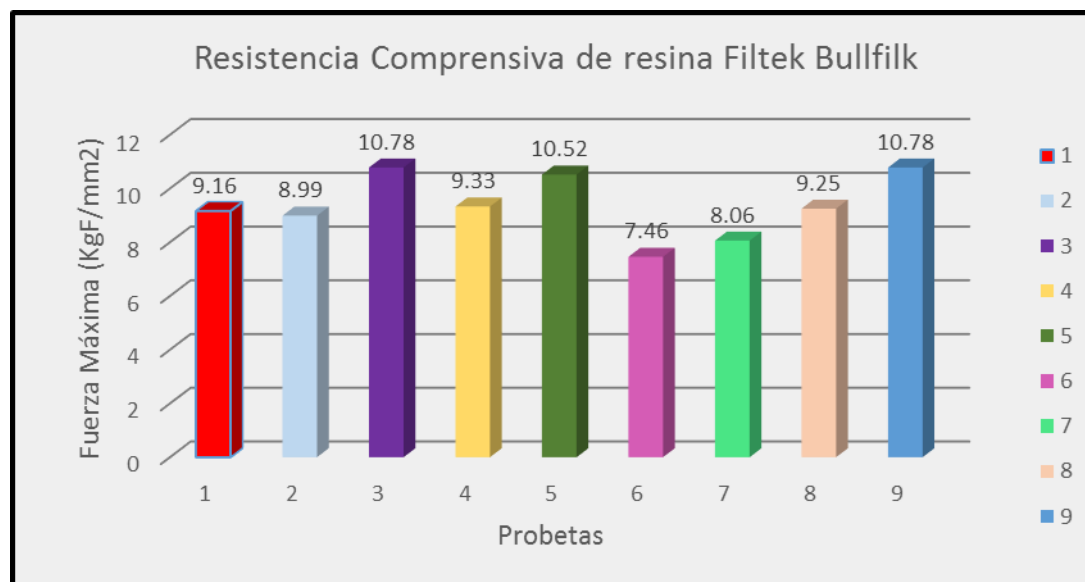
**Tabla N° 14**

**Prueba de muestras independientes**

		Prueba de Levene de igualdad de varianzas		prueba t para la igualdad de medias						
		F	Sig.	t	Gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	Diferencia de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
									Inferior	Superior
Dureza Rockwell	Se asumen varianzas iguales	8.182	.011	.978	16	.342	1.55556	1.58986	-1.81480	4.92591
	No se asumen varianzas iguales			.978	9.285	.353	1.55556	1.58986	-2.02421	5.13532

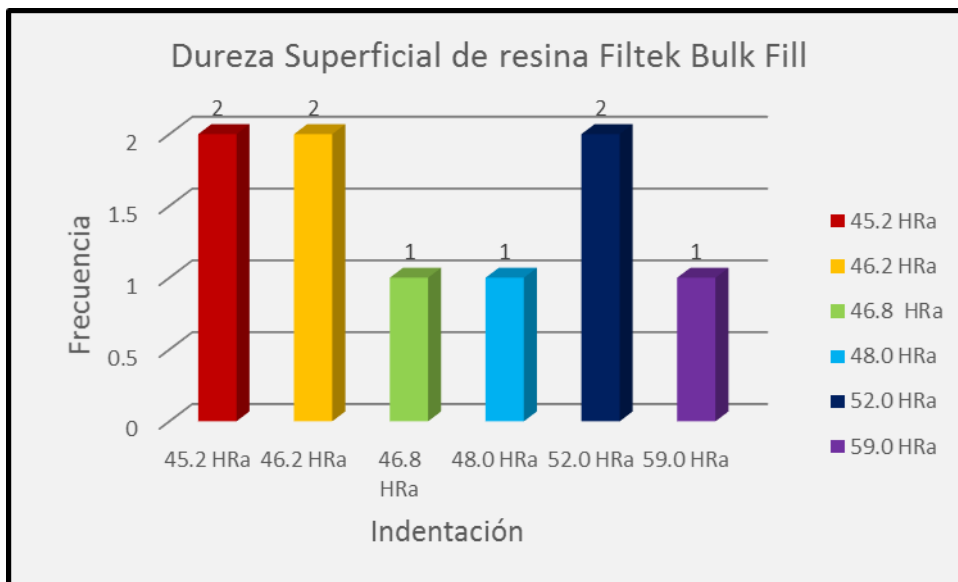
**Grafico N° 1**

**Resistencia Comprensiva de resina Filtek Bulkfill**



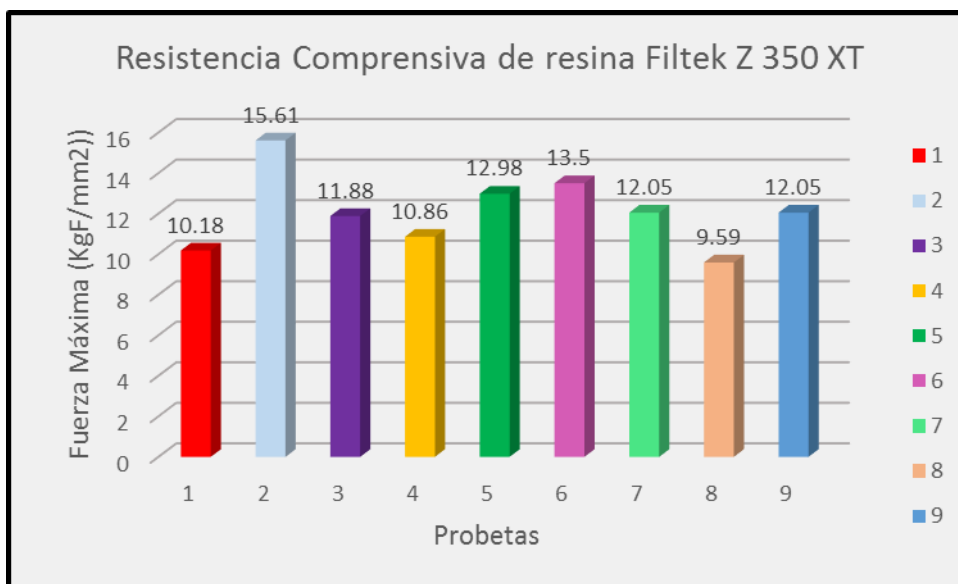
## Grafico N°2

### Dureza Superficial de resina Filtek Bulkfill



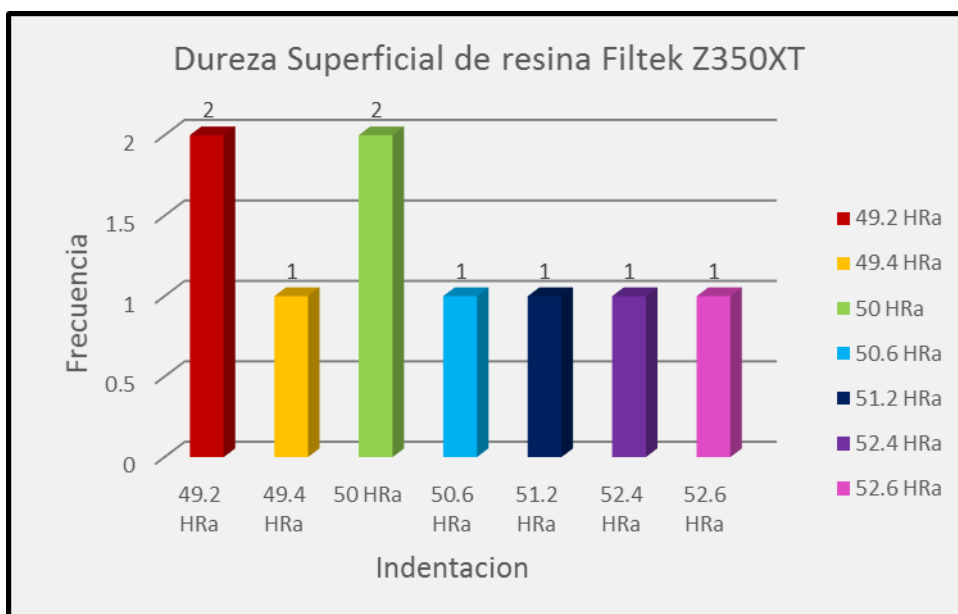
## Grafico N° 3

### Resistencia Comprensiva Filtek Z350XT



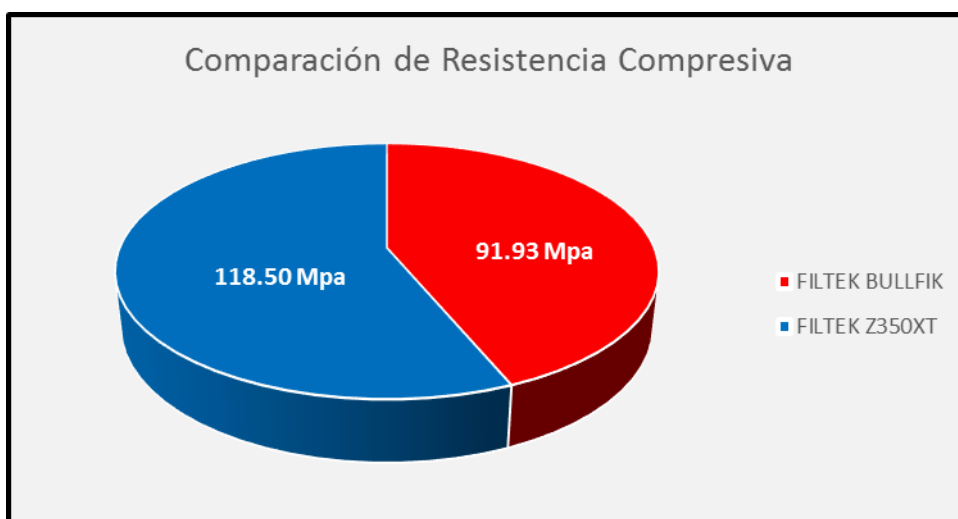
#### Grafico N° 4

##### Dureza Superficial de Resina Filtek Z350XT



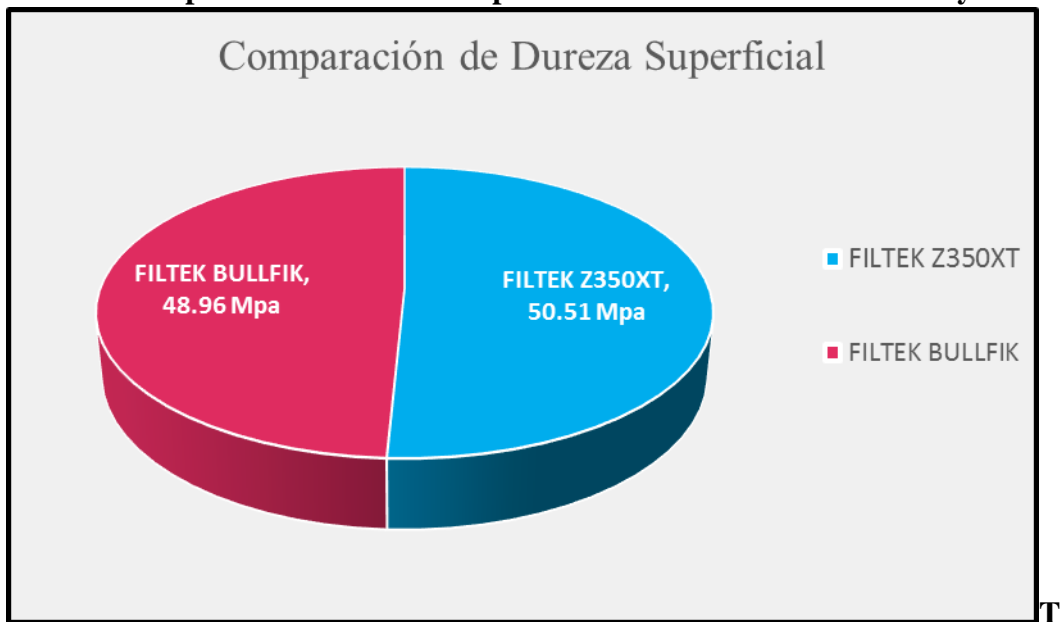
#### Grafico N° 5

##### Comparación de Resistencia Compresiva de resinas Filtek Bulkfill y Filtek Z350XT



## Grafico N°6

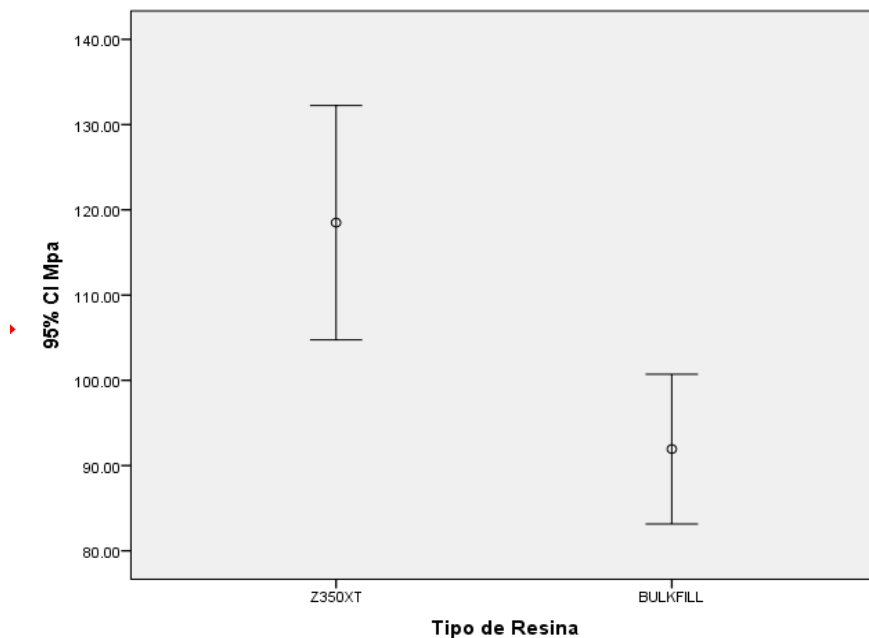
### Gráfico Comparativo de Dureza Superficial de resinas Filtek Bulkfill y Filtek Z350 X



## Grafico N° 7

### Prueba T Student Comparación Resistencia Compresiva de ambas resinas

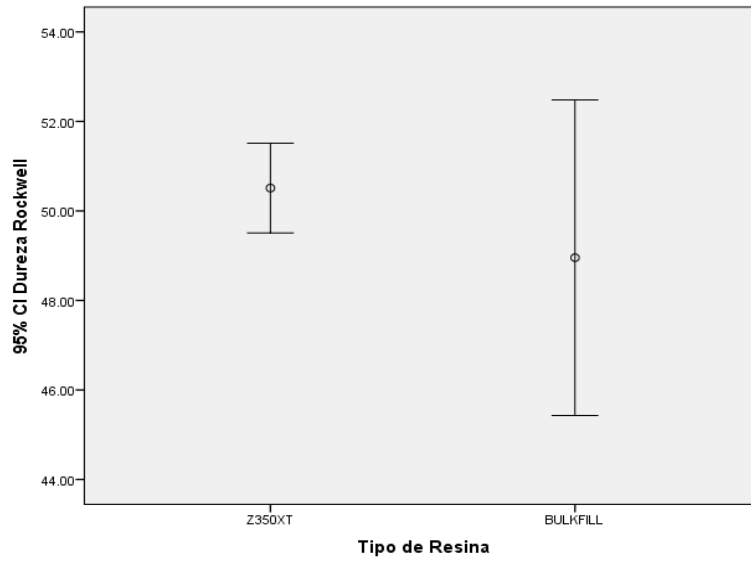
#### Gráfico



## Grafico N°8

### Prueba T Student Comparación Dureza Superficial de ambas resinas

Gráfico



# Anexo N° 4 Valores del Durómetro de Rockwell



TABLA 3 (ACEROS)

ROCKWELL B — OTROS VALORES

ROCKWELL NORMAL			ROCKWELL SUPERFICIAL			BRINELL 3.000 kp. bola 10 mm. standard	VICKERS	RESISTENCIA A TRACCION	
Escala B 100 kp. bola 1/16"	Escala A 60 kp. diamante	Escala F 60 kp. bola 1/16"	Escala 15-T 15 kp. bola 1/16"	Escala 30-T 30 kp. bola 1/16"	Escala 45-T 45 kp. bola 1/16"			N/mm <sup>2</sup>	kp/mm <sup>2</sup>
100	61.5		93.1	83.1	72.9	240	240	800	81.5
99	60.9		92.8	82.5	71.9	234	234	785	80.0
98	60.2		92.5	81.8	70.9	228	228	750	76.5
97	59.5		92.1	81.1	69.9	222	222	715	73.0
96	58.9		91.8	80.4	68.9	216	216	705	72.0
95	58.3		91.5	79.8	67.9	210	210	690	70.5
94	57.6		91.2	79.1	66.9	205	205	675	69.0
93	57.0		90.8	78.4	65.9	200	200	650	66.0
92	56.4		90.5	77.8	64.8	195	195	635	64.5
91	55.8		90.2	77.1	63.8	190	190	620	63.0
90	55.2		89.9	76.4	62.8	185	185	615	62.5
89	54.6		89.5	75.8	61.8	180	180	605	61.5
88	54.0		89.2	75.1	60.8	176	176	590	60.0
87	53.4		88.9	74.4	59.8	172	172	580	59.0
86	52.8		88.6	73.8	58.8	169	169	570	58.0
85	52.3		88.2	73.1	57.8	165	165	565	57.5
84	51.7		87.9	72.4	56.8	162	162	560	57.0
83	51.1		87.6	71.8	55.8	159	159	550	56.0
82	50.6		87.3	71.1	54.8	156	156	530	54.5
81	50.0		86.9	70.4	53.8	153	153	505	51.5
80	49.5		86.6	69.7	52.8	150	150	495	50.5
79	48.9		86.3	69.1	51.8	147	147	485	49.5
78	48.4		86.0	68.4	50.8	144	144	475	48.5
77	47.9		85.6	67.7	49.8	141	141	470	48.0
76	47.3		85.3	67.1	48.8	139	139	460	47.0
75	46.8	99.6	85.0	66.4	47.8	137	137	455	46.5
74	46.3	99.1	84.7	65.7	46.8	135	135	450	46.0
73	45.8	98.5	84.3	65.1	45.8	132	132	440	45.0
72	45.3	98.0	84.0	64.4	44.8	130	130	435	44.5
71	44.8	97.4	83.7	63.7	43.8	127	127	425	43.5
70	44.3	96.8	83.4	63.1	42.8	125	125	420	43.0
69	43.8	96.2	83.0	62.4	41.8	123	123	415	42.5
68	43.3	95.6	82.7	61.7	40.8	121	121	410	41.5
67	42.8	95.1	82.4	61.0	39.8	119	119	405	41.0
66	42.3	94.5	82.1	60.4	38.7	117	117	395	40.5
65	41.8	93.9	81.8	59.7	37.7	116	116	385	39.0
64	41.4	93.4	81.4	59.0	36.7	114	114		
63	40.9	92.8	81.1	58.4	35.7	112	112		
62	40.4	92.2	80.8	57.7	34.7	110	110		
61	40.0	91.7	80.5	57.0	33.7	108	108		
60	39.5	91.1	80.1	56.4	32.7	107	107		
59	39.0	90.5	79.8	55.7	31.7	106	106		
58	38.6	90.0	79.5	55.0	30.7	104	104		
57	38.1	89.4	79.2	54.4	29.7	103	103		
56	37.7	88.8	78.8	53.7	28.7	101	101		
55	37.2	88.2	78.5	53.0	27.7	100	100		
54	36.8	87.7	78.2	52.4	26.7				
53	36.3	87.1	77.9	51.7	25.7				
52	35.9	86.5	77.5	51.0	24.7				
51	35.5	86.0	77.2	50.3	23.7				
50	35.0	85.4	76.9	49.7	22.7				
49	34.6	84.8	76.6	49.0	21.7				
48	34.1	84.3	76.2	48.3	20.7				
47	33.7	83.7	75.9	47.7	19.7				
46	33.3	83.1	75.6	47.0	18.7				
45	32.9	82.6	75.3	46.3	17.7				
44	32.4	82.0	74.9	45.7	16.7				
43	32.0	81.4	74.6	45.0	15.7				
42	31.6	80.8	74.3	44.3	14.7				
41	31.2	80.3	74.0	43.7	13.6				
40	30.7	79.7	73.6	43.0	12.6				
39	30.3	79.1	73.3	42.3	11.6				
38	29.9	78.6	73.0	41.6	10.6				
37	29.5	78.0	72.7	41.0	9.6				
36	29.1	77.4	72.3	40.3	8.6				
35	28.7	76.9	72.0	39.6	7.6				
34	28.2	76.3	71.7	39.0	6.6				
33	27.8	75.7	71.4	38.3	5.6				
32	27.4	75.2	71.0	37.6	4.6				
31	27.0	74.6	70.7	37.0	3.6				
30	26.6	74.0	70.4	36.3	2.6				

Laboratorio de Metales Ferrosos y no Ferrosos de la Universidad de Ingeniería (UNI)



Dureza Rockwell C								
Conversión de dureza aproximada de aceros no austeníticos de acuerdo con la norma ASTM E140								
Todos los valores deben considerarse como aproximados. Los señalados (*) están fuera del rango recomendado para la prueba Brinell en la norma ASTM E-10.								
C	A	D	15N	30N	45N	Dureza Vickers	Dureza Knoop	Dureza Brinell
150 Kp	60 Kp	100Kp	15Kp	30 Kp	45 Kp			
Diamante	Diamante	Diamante	Diamante	Diamante	Diamante			
							>500gr	3000Kp bola de 10mm
68	85.6	76.9	93.2	84.4	75.4	940	920	-
67	85.0	76.1	92.9	83.6	74.2	900	895	-
66	84.5	75.4	92.5	82.8	73.3	865	870	-
65	83.9	74.5	92.2	81.9	72.0	832	846	739*
64	83.4	73.8	91.8	81.1	71.0	800	822	722*
63	82.8	73.0	91.4	80.1	69.9	772	799	705*
62	82.3	72.2	91.1	79.3	68.8	745	776	688*
61	81.8	71.5	90.7	78.4	67.7	720	754	670*
60	81.2	70.7	90.2	77.5	66.6	697	732	654*
59	80.7	69.9	89.8	76.6	65.5	674	710	634*
58	80.1	69.2	89.3	75.7	64.3	653	690	615
57	79.6	68.5	88.9	74.8	63.2	633	670	595
56	79.0	67.7	88.3	73.9	62.0	613	650	577
55	78.5	66.9	87.9	73.0	60.9	595	630	560
54	78.0	66.1	87.4	72.0	59.8	577	612	543
53	77.4	65.4	86.9	71.2	58.6	560	594	525
52	76.8	64.6	84.4	70.2	57.4	544	576	512
51	76.3	63.8	85.9	69.4	56.1	528	558	496
50	75.9	63.1	85.5	68.5	55.0	513	542	481
49	75.2	62.1	85.0	67.6	53.8	498	526	469
48	74.7	61.4	84.6	66.7	52.5	484	510	455
47	74.1	60.8	83.9	65.8	51.4	471	495	443
46	73.6	60	83.5	64.8	50.3	458	480	432
45	73.1	59.2	83.0	64.0	49.0	446	466	421
44	72.5	58.5	82.5	63.1	47.8	434	452	409
43	72.0	57.7	82.0	62.2	46.7	423	438	400
42	71.5	56.9	81.5	61.3	45.5	412	426	390
41	70.9	56.2	80.9	60.4	44.3	402	414	381
40	70.4	55.4	80.4	59.5	43.1	392	402	371
39	69.9	54.6	79.9	58.6	41.9	382	391	362
38	69.4	53.8	79.4	57.7	40.8	372	380	353
37	58.9	53.1	78.8	56.8	39.6	363	370	344
36	68.4	52.3	78.3	55.9	38.4	354	360	336
35	67.9	51.5	77.7	55.0	37.2	345	351	327
34	67.4	50.8	77.2	54.2	36.1	336	342	319
33	66.8	50.0	76.6	53.3	34.9	327	334	311
32	66.3	49.2	76.1	52.1	33.7	318	326	301
31	65.8	48.4	75.6	51.3	32.5	310	318	294
30	65.3	47.7	75.0	50.4	31.3	302	311	286
29	64.8	47.0	74.5	49.5	30.1	294	304	279
28	64.3	46.1	73.9	48.6	28.9	286	297	271
27	63.8	45.2	73.3	47.7	27.8	279	290	264
26	63.3	44.6	72.8	46.8	26.7	272	284	258
25	62.8	43.8	72.2	45.9	25.5	266	278	253
24	62.4	43.1	71.6	45.0	24.3	260	272	247
23	62.0	42.1	71.0	44.0	23.1	254	266	243
22	61.5	41.6	70.5	43.2	22.0	248	261	237
21	61.0	40.9	69.9	42.3	20.7	243	256	231
20	60.5	40.1	69.4	41.5	19.6	238	251	226

Tabla obtenida en [http://www.phase2plus.com/hardness\\_tester\\_conversion\\_chart.htm](http://www.phase2plus.com/hardness_tester_conversion_chart.htm)

Laboratorio de Metales Ferrosos y no Ferrosos de la Universidad de Ingeniería (UNI)

## Anexo N° 5

### Unidades de medida de fuerza

Tabla de Conversión	
1 Kgf/mm <sup>2</sup> =	1421.941176 psi
1 psi=	0.000703 Kgf/mm <sup>2</sup>
1 psi=	6.894 Kilopascales
1 Mpa=	1000 Kilopascales
1 KN=	101.97 Kgf
1 Kgf=	9.8 N
1 N=	1000g

(Solans Huguet & Domenech Casellas, 2012)

## Anexo N°6 Materiales para la preparación de las probetas de resina.

**Imagen N° 1**

*Materiales para la preparación de las probetas de resina.*



**Imagen N° 2**

*Jeringa verde: Resina Filtek Bulkfill.*

*Jeringa Azul Resina Filtek Z350XT*



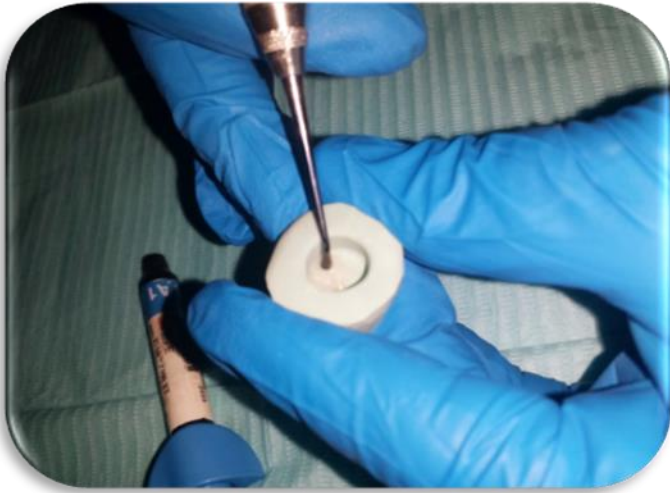
**Imagen N° 3.**

*Porción de resina a aplicar.*



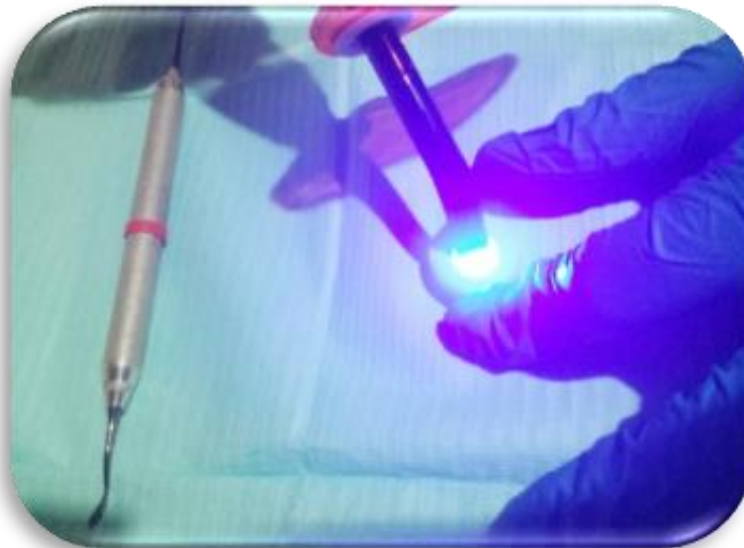
**Imagen N° 4.**

*Condensación de Resinas*



**Imagen N°5.**

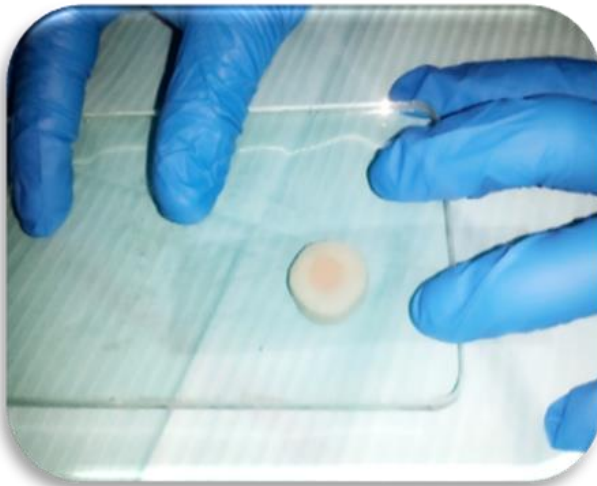
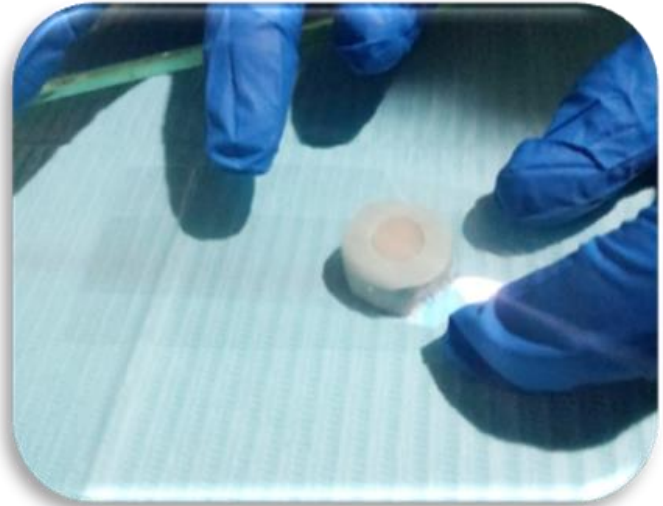
*Fotocurado de la resina*





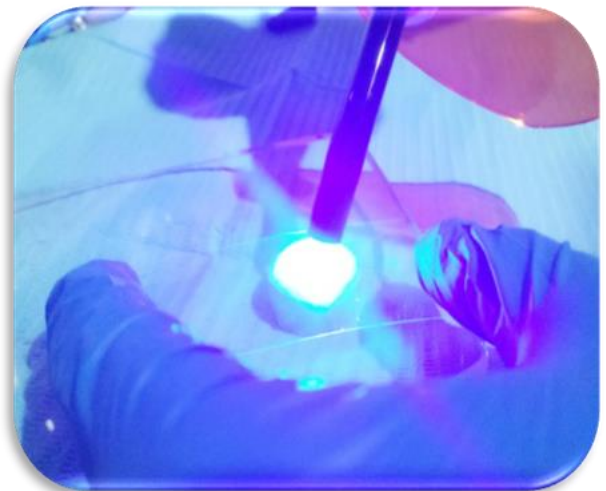
**Imagen N° 6**

*Colocación de lámina de acetato*



**Imagen N°7**

*Colocación de loseta de vidrio*



**Imagen N°8**

*Fotocurado Final de la resina*



**Imagen N° 9**

*Pulido de la probeta*

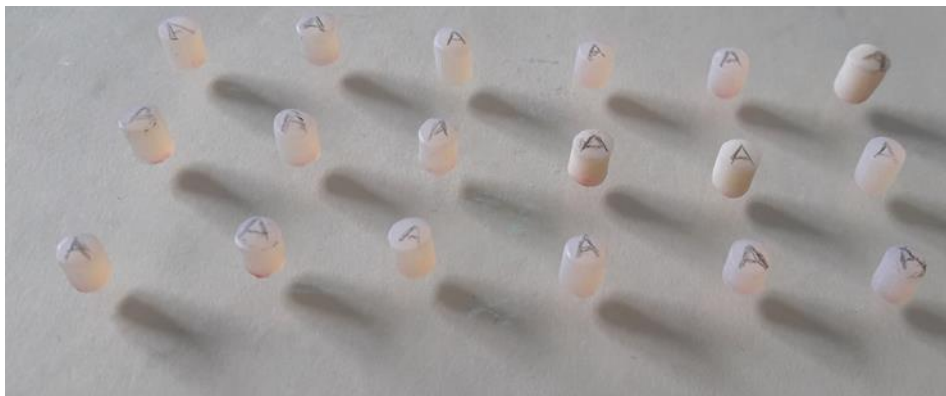
**Imagen N°10**

*Medición de altura y diámetro de la probeta*



**Imagen N°11.**

*Probetas A*



**Imagen N°12.**

*Probetas B*



**Imagen N° 13**

*Durómetro de Rockwell*

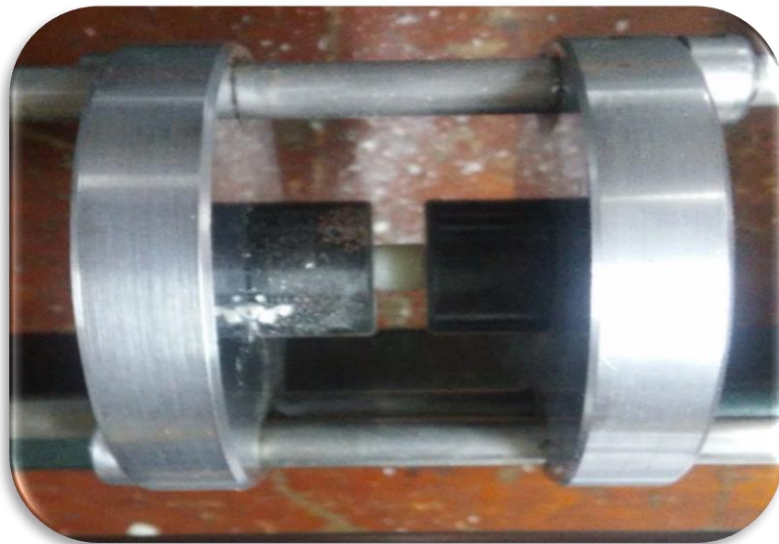
**Imagen N°14**

*Indentación de la Probeta*



**Imagen N°15**

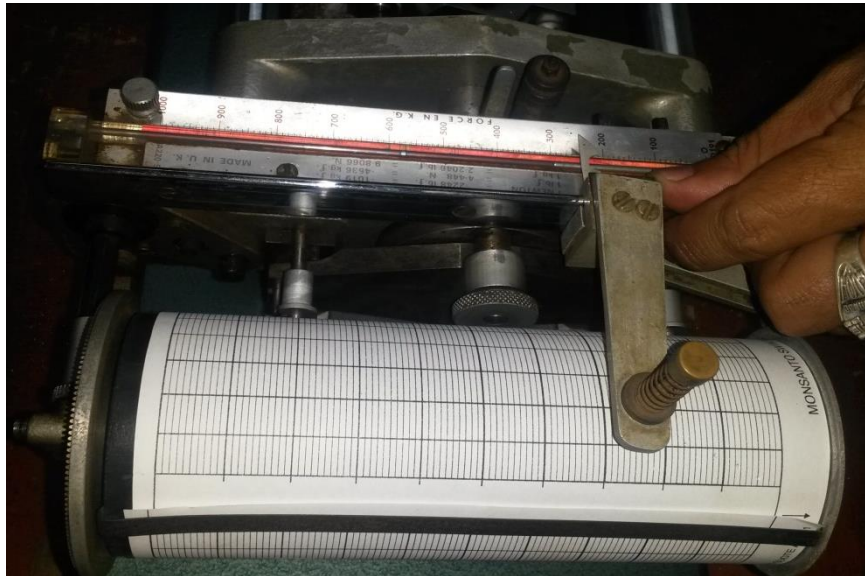
*Probeta sometida a fuerza de compresión*





### Imagen N°16

*Registro gráfico de resistencia compresiva de cada probeta*



## Anexo N°7 Informe consultoría



# CONSULTARÍA EN METALES FERROSOS Y NO FERROSOS



## Resultados de dureza

RESINA	DUREZA							
FILTEK BULK FILL	MUESTRA	PRUEBA					PROMEDIO	TOTAL
	01	57	63	58	60	57	59.0	49.0
	02	53	52	51	53	51	52.0	
	03	57	56	51	48	48	52.0	
	04	48	47	46	45	48	46.8	
	05	51	48	48	47	46	48.0	
	06	46	45	48	47	45	46.2	
	07	46	48	43	45	44	45.2	
	08	47	47	45	45	47	46.2	
	09	42	46	47	45	46	45.2	

RESINA	DUREZA							
FILTEK Z 350 XT	MUESTRA	PRUEBA					PROMEDIO	TOTAL
	01	52	55	54	52	49	52.4	51.0
	02	57	53	51	51	51	52.6	
	03	52	47	49	53	52	50.6	
	04	54	48	47	49	48	49.2	
	05	56	54	51	47	48	51.2	
	06	51	51	46	50	49	49.4	
	07	54	47	49	51	49	50.0	
	08	54	47	49	49	51	50.0	
	09	50	51	49	48	48	49.2	



Colonia 9 de junio B 318, iglesia católica 1c. al norte, Managua, Nicaragua. Tels.: (505) 8689 0942 Mov. / (505) 8743 7467 C.  
jcesar68@yahoo.com

## RESULTADO DE ENSAYO DE COMPRESION

RESINA	RESISTENCIA A LA COMPRESION		PROMEDIO
	MUESTRA	Mpa	
FILTEK Z350 XT	01	99.98	118.50
	02	153.18	
	03	116.54	
	04	106.55	
	05	127.37	
	06	132.36	
	07	118.21	
	08	94.07	
	09	118.21	

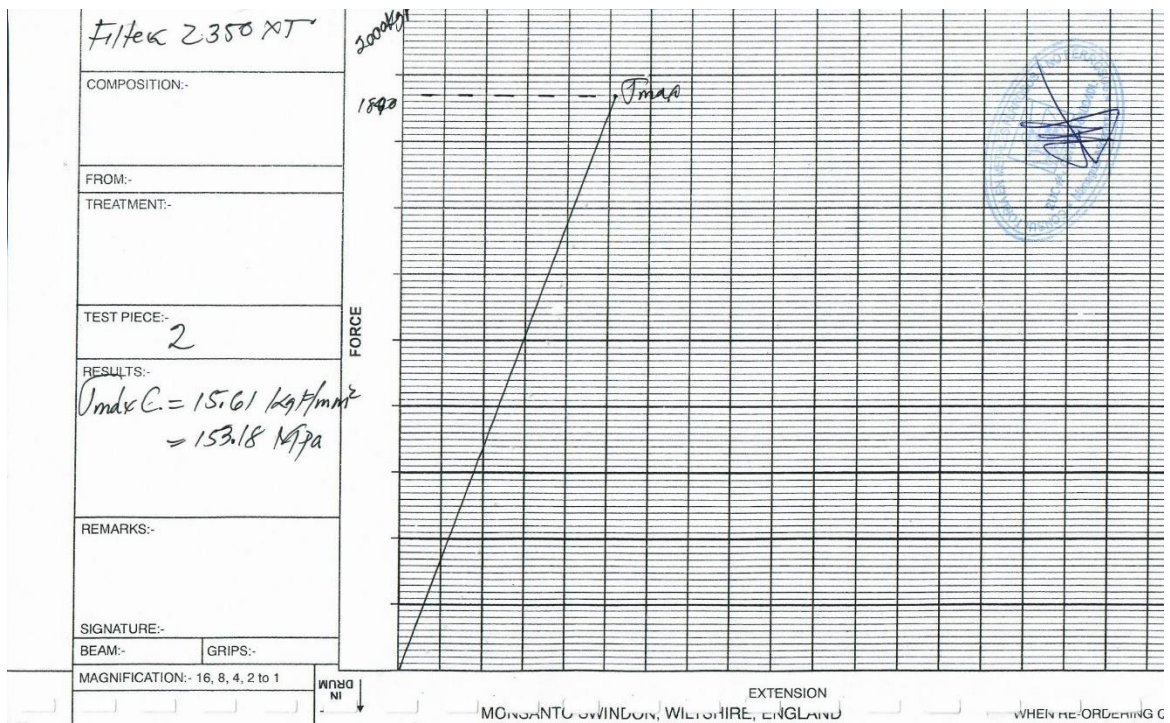
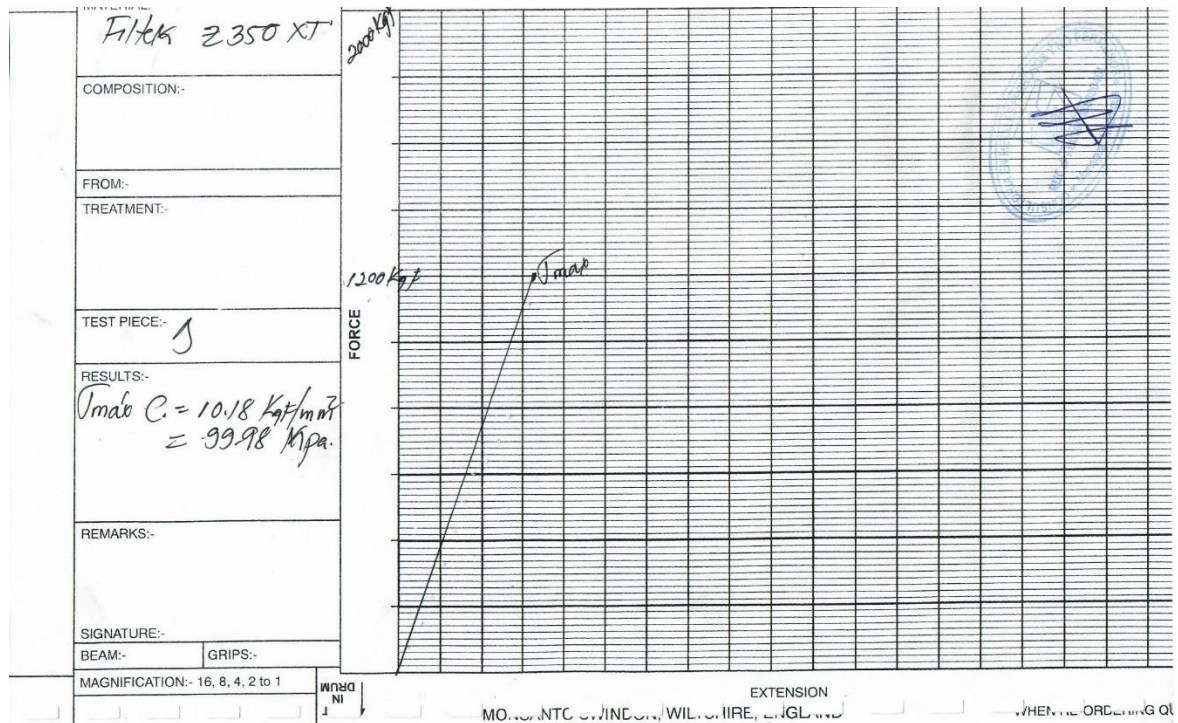
RESINA	RESISTENCIA A LA COMPRESION		PROMEDIO
	MUESTRA	Mpa	
FILTEK BULK FILL	01	89.90	91.93
	02	88.24	
	03	105.72	
	04	91.57	
	05	103.22	
	06	73.16	
	07	79.08	
	08	90.74	
	09	105.72	



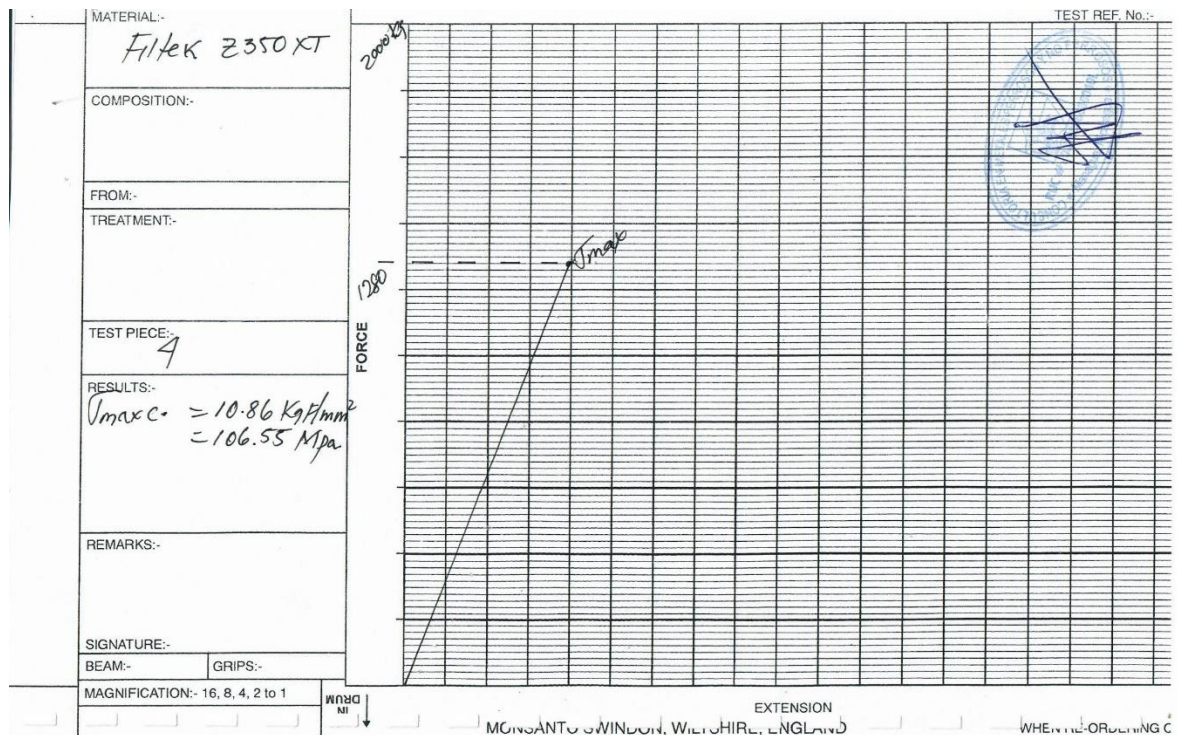
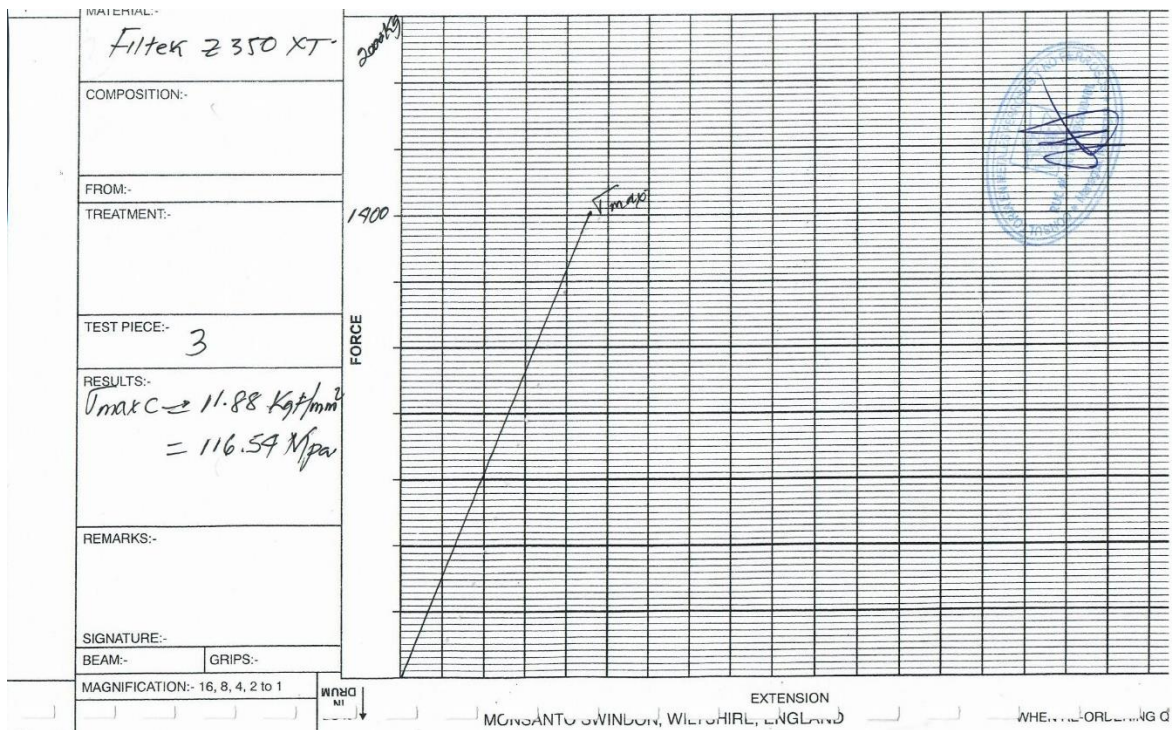
Colonia 9 de junio B 318, iglesia católica 1c. al norte, Managua, Nicaragua. Tels.: (505) 8689 0942 Mov. / (505) 8743 7467 C.  
[jcesar68@yahoo.com](mailto:jcesar68@yahoo.com)



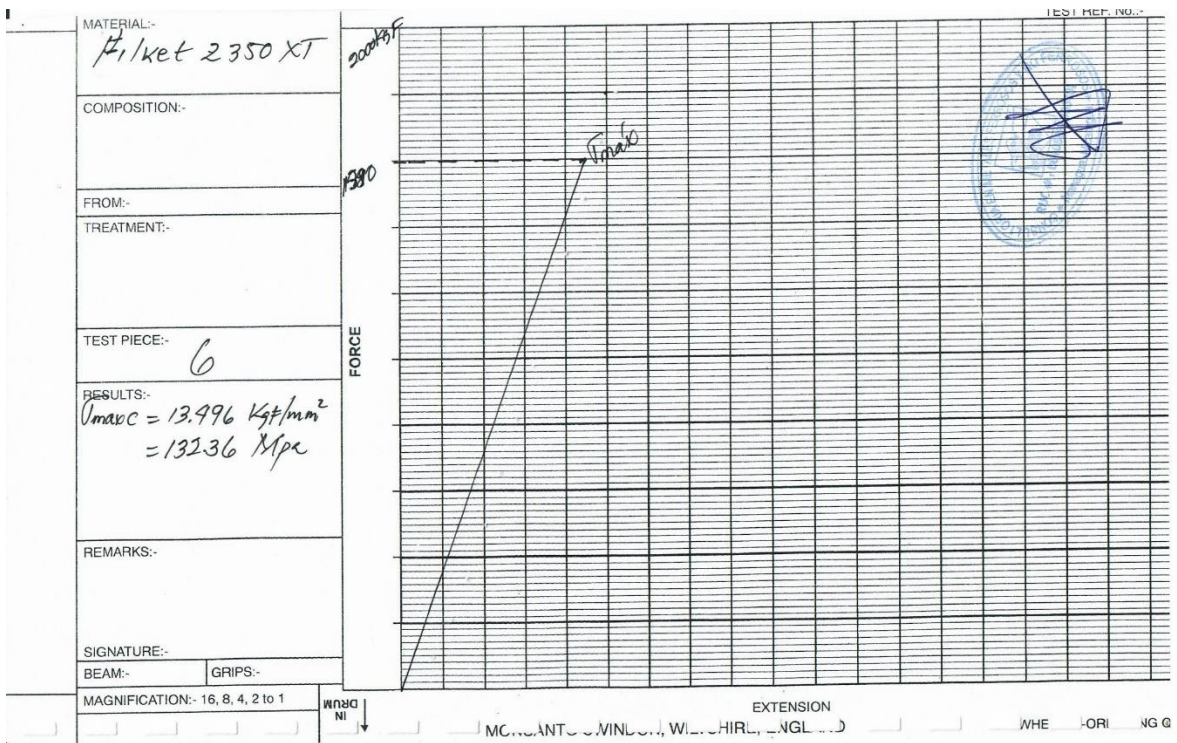
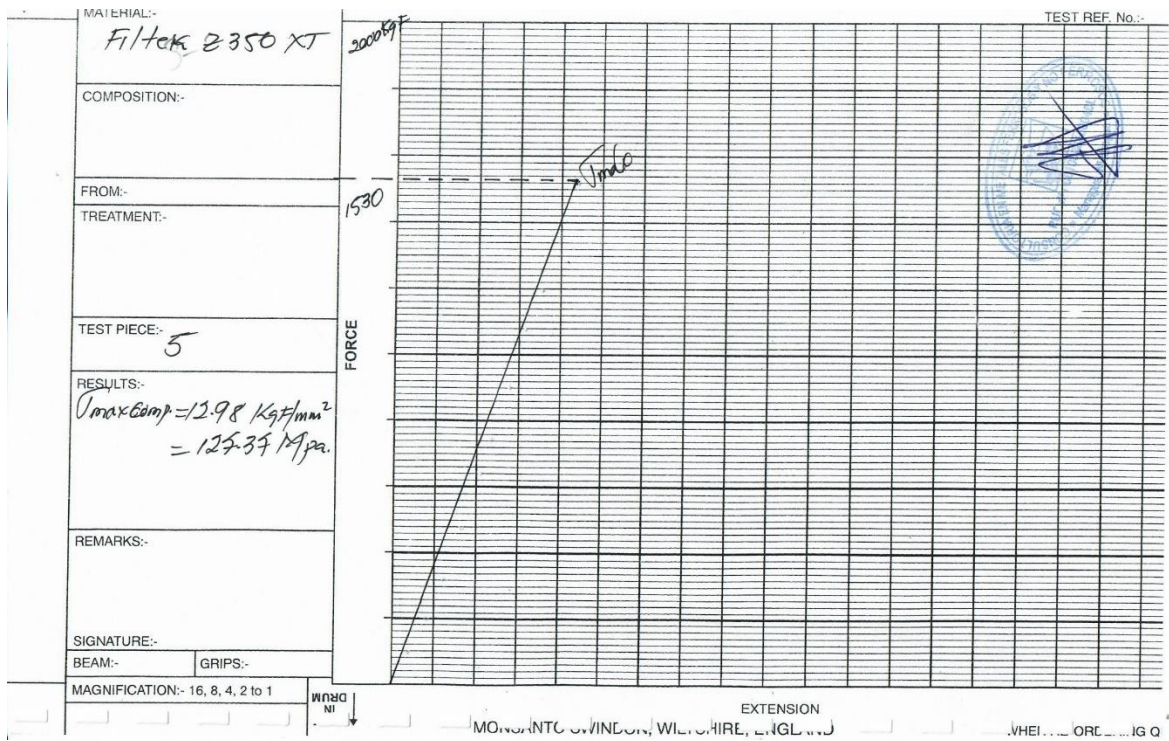
## Gráficos de Compresión



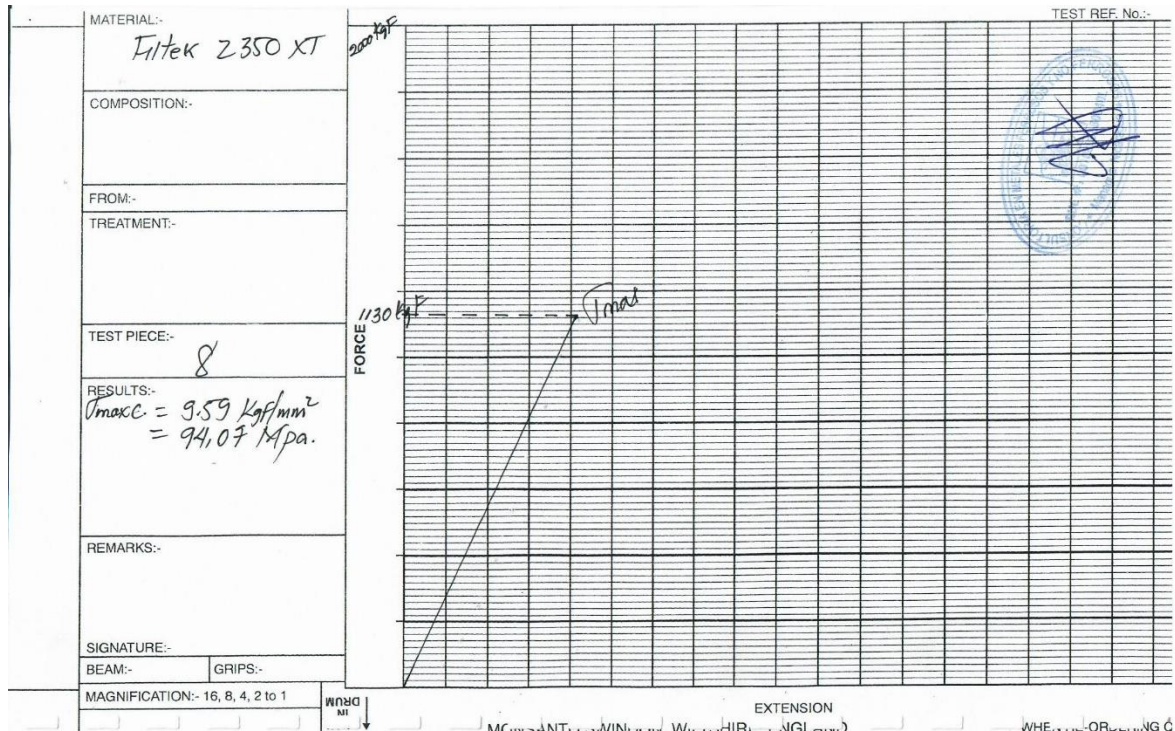
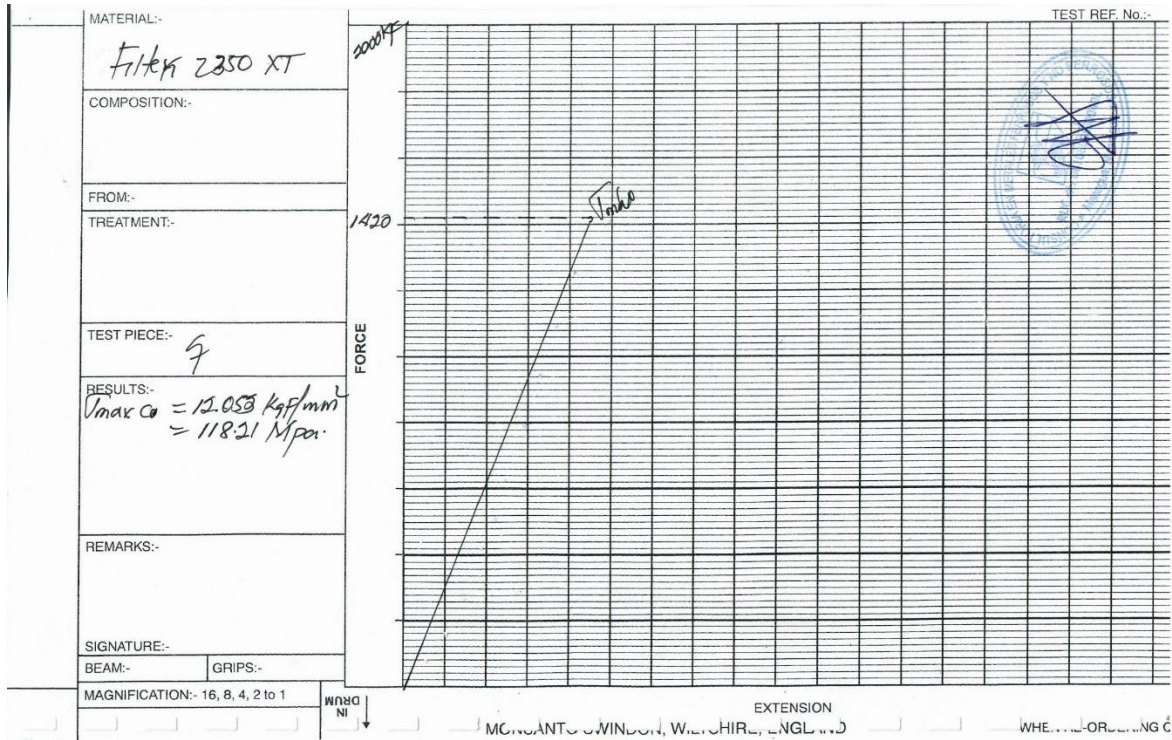


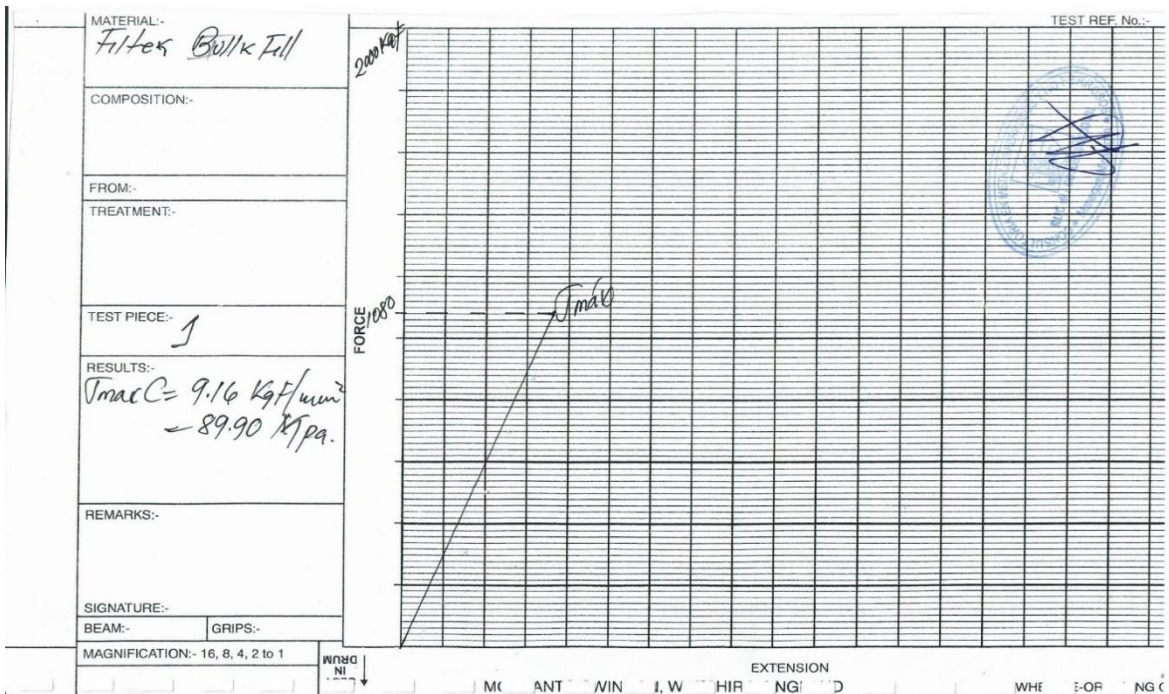
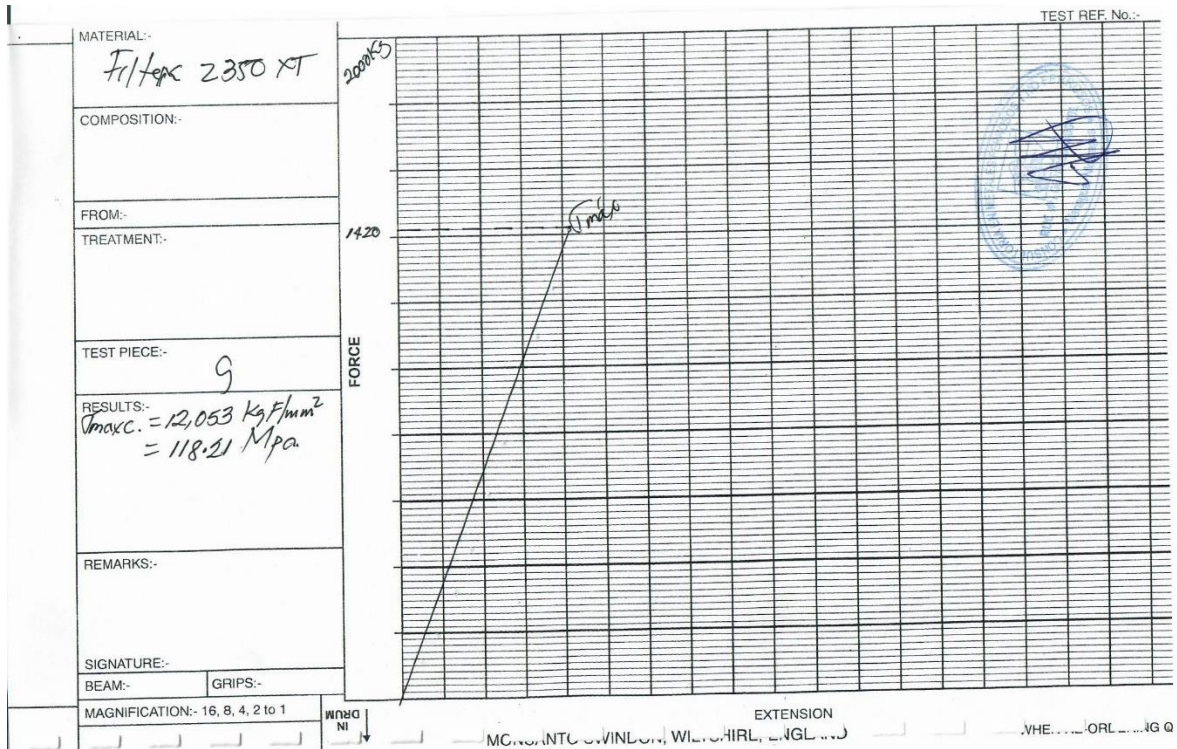




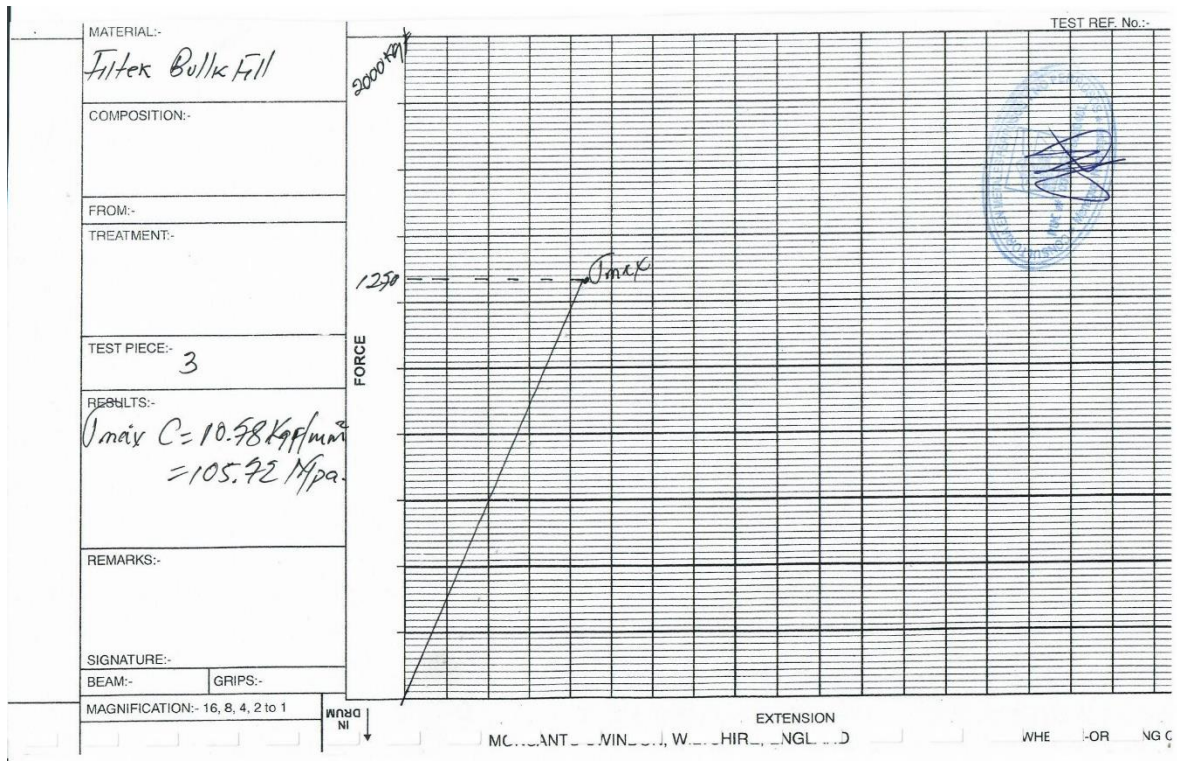
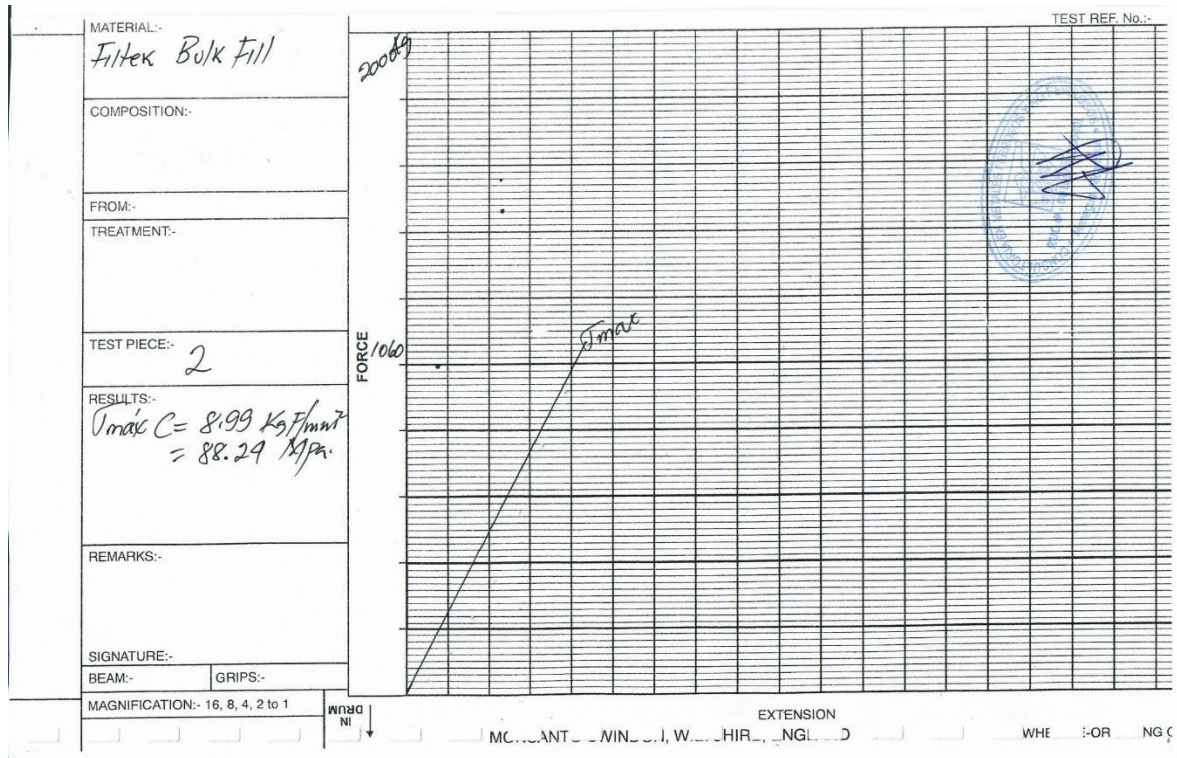




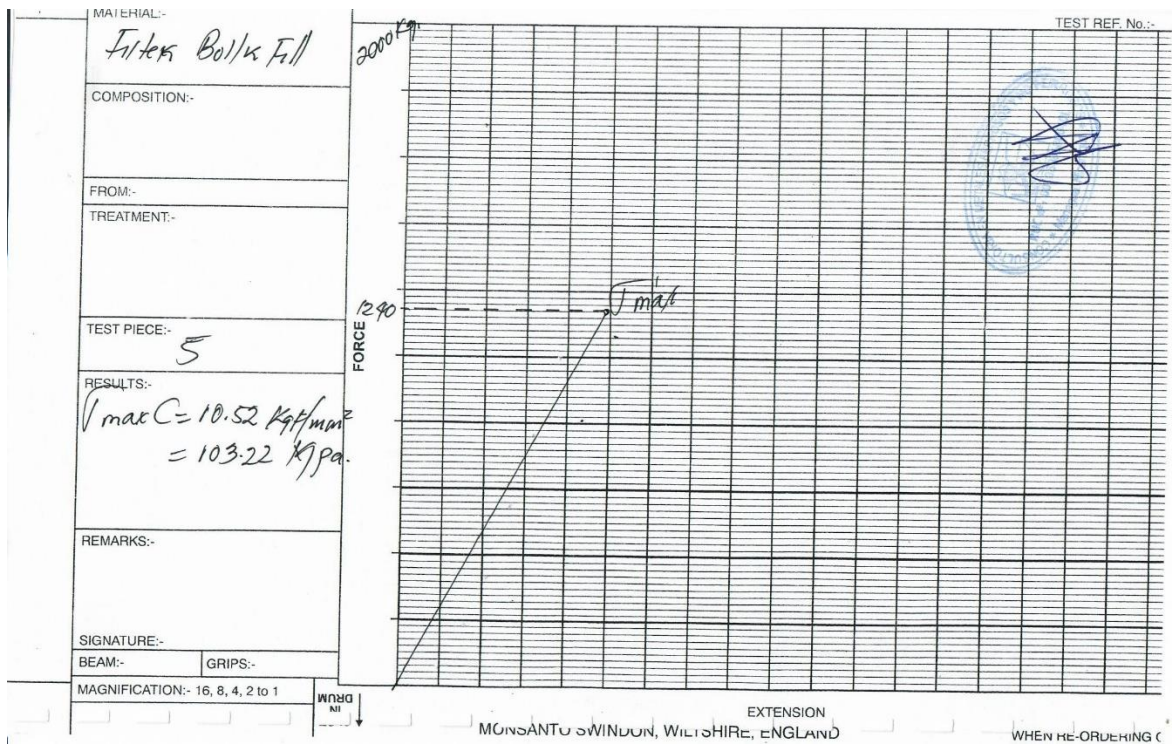
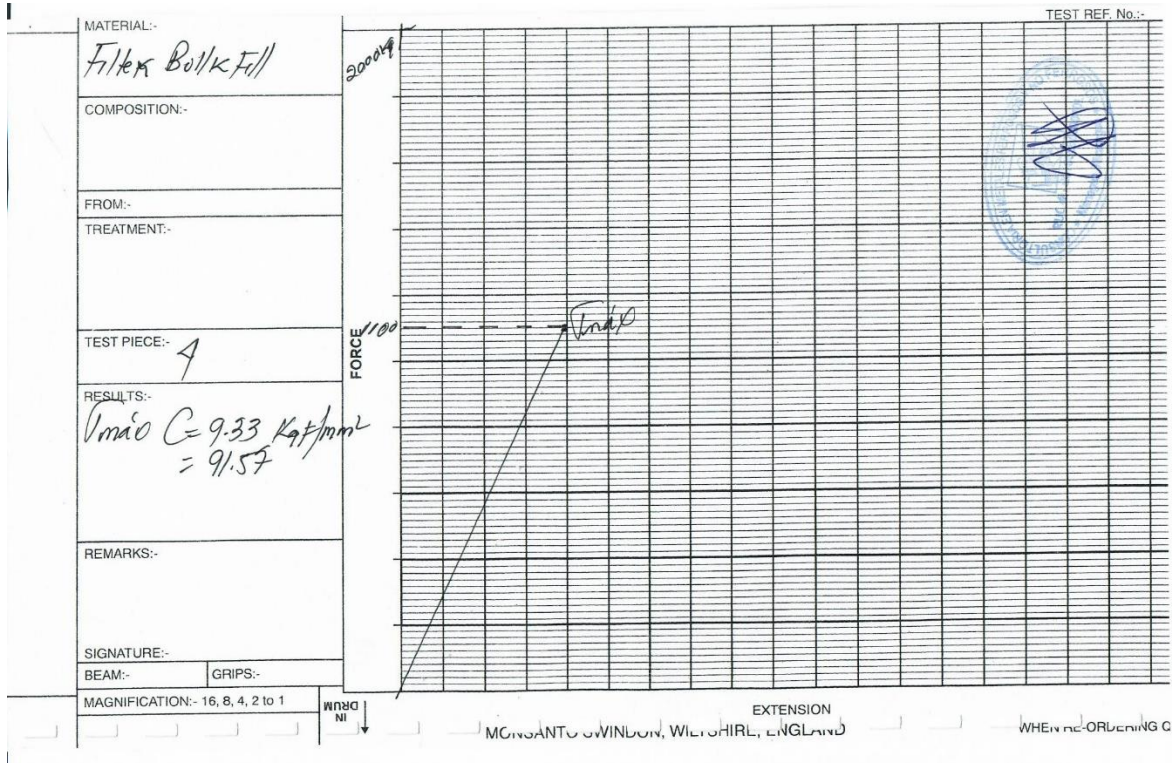




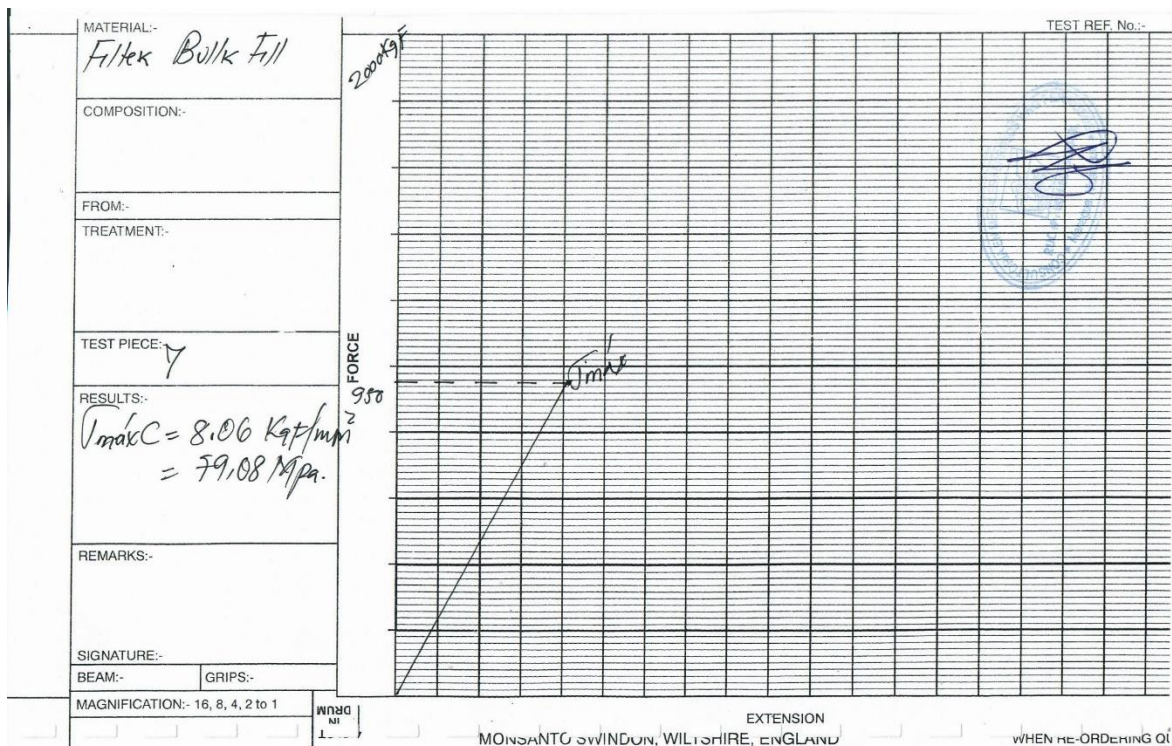
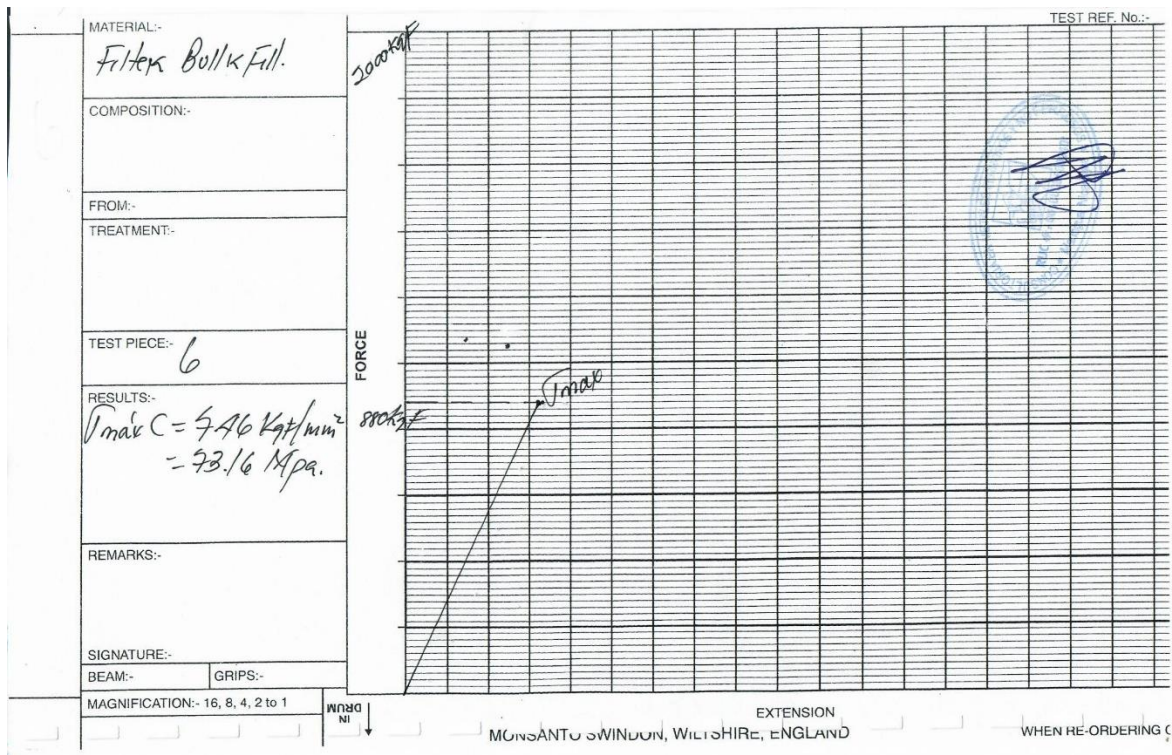


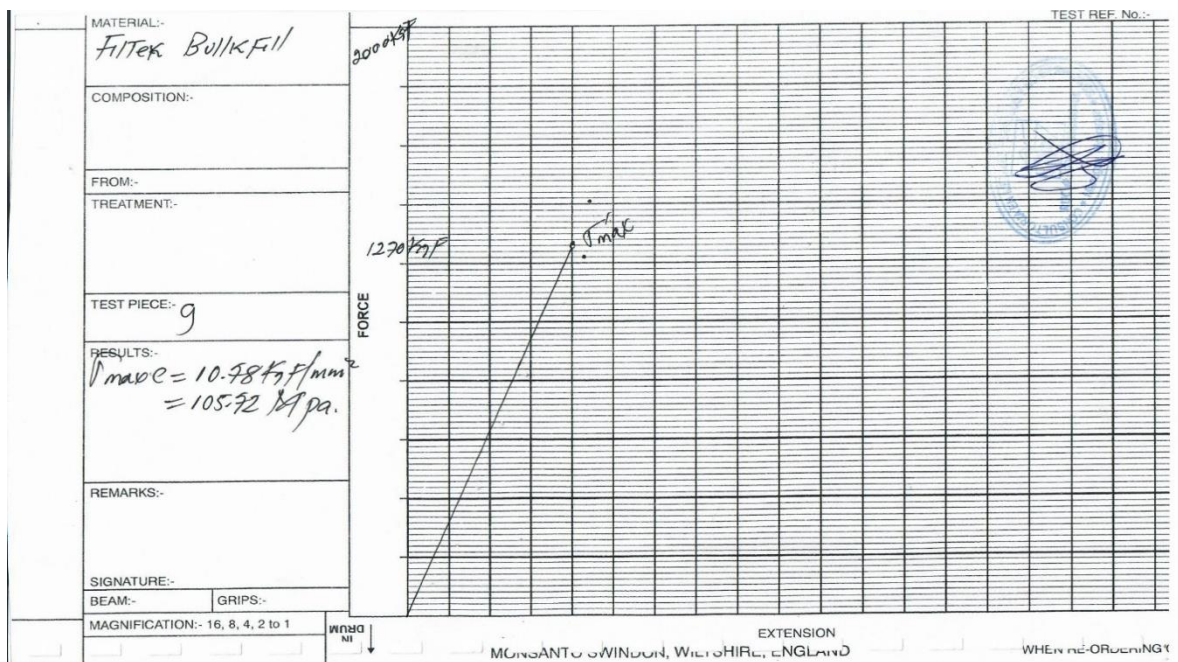
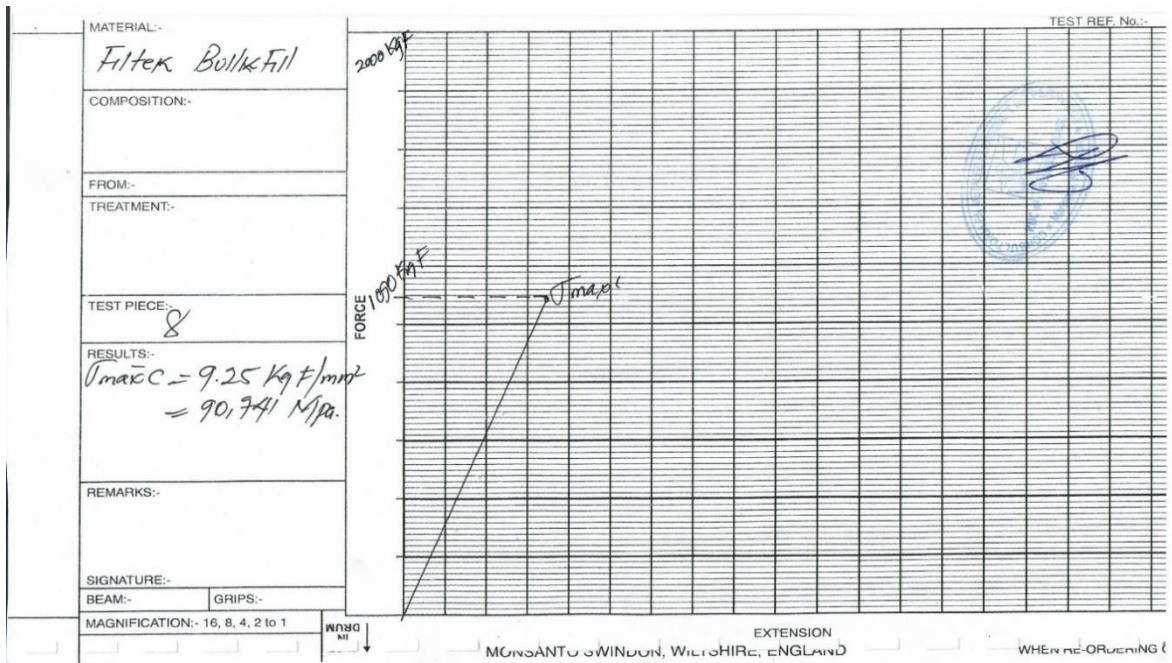














## Anexo N°8 Carta 3M

30 de noviembre de 2016

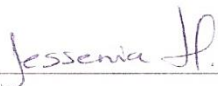
Dra. Miriam Montenegro  
Representante de 3M

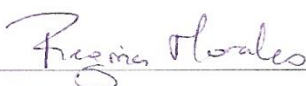
Reciba de antemano nuestros más cordiales saludos.

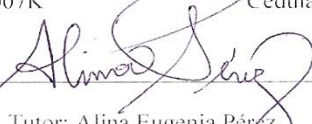
Nos dirigimos a usted, las estudiantes de V año de la carrera de odontología de la UNAN-Managua, con el propósito de solicitar su ayuda para llevar a cabo un estudio monográfico que lleva por título "Comparación del grado de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial de resinas compuestas monoincrementales y resinas compuestas incrementales en el periodo comprendido de Octubre 2016 a Febrero del año 2017" debido a que las nuevas resinas monoincrementales son las que están teniendo mayor auge por sus características y propiedades es por ello que hemos decidido hacer un estudio para evidenciar la Dureza Superficial y Resistencia compresiva en comparación con las resinas Incrementales. El estudio se llevará a cabo realizando 18 muestras de 5mm de diámetro por 5mm de alto de resina monoincrementales polimerizadas y comparadas con otras 18 muestras de resinas incrementales ambas serán sometidas a ensayos de Resistencia Compresiva y Dureza Superficial.

A su vez dicho estudio aportaría un precedente para los odontólogos a la hora de realizar restauraciones utilizando resinas de alta calidad y de esta manera brindar al paciente un tratamiento efectivo y a largo plazo. La colaboración que estamos solicitando a 3M y a usted como su representante consiste en la provisión de al menos algunos de los materiales que utilizaremos en el estudio, los cuales detallamos a continuación: Resinas Bulkfill, resinas incrementales.

Agradecemos de antemano el apoyo que nos pudiesen brindar con cualquiera de los elementos antes mencionado. Sin más que agregar nos despedimos de ustedes esperando su pronta y positiva respuesta.

  
Jessenia del Carmen Herrera  
Correo: jesseccarmenherrera@gmail.com  
Cedula: 401-01101990-0007K

  
Regina Isabel Morales Aburto  
Correo: regymorales@hotmail.com  
Cedula: 0012102920001C

  
Tutor: Alina Eugenia Pérez  
Cirujano Dentista  
UNAN-Managua

  
Martín P. X.  
**3M**